John Carter Brown
Library
Brown University

C

DE

LUCIS NATURA ET PROPRIETATE.

Auctore

IS. VOSSIO.

AMSTELODAMI,

Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios.

cIↃ IↃC LXII.

SERENISSIMO PRINCIPI,

CAROLO LVDOVICO,

DEI GRATIA COMITI PALATINO AD RHENVM, S. ROM. IMP. ELECTORI, ARCHITHESAVRARIO, DVCI BAVARIÆ, &c.

VT nihil in oculis luce clarius, ita nihil cauſis & natura ejus intellectui obſcurius eſſe apud omnes in confeſſo eſt, Princeps Sereniſſime. Cum enim cætera objecta quæ ſenſus movent, brevi admodum intervallo & paucis duntaxat diſtent millibus, ſolum lumen ab infinitis, ut ſic dicam, extra orbem ſpatiis ad viſum adpellit,

imperceptibili tempore, & quod magis miran-
dum modo rectis, modo curvis, aliquando fra-
ctis, aliquando repercuſſis, nonnunquam etiam
inciſis & duplicatis radiis. Movit tam inſoli-
tum ſpectaculum multorum ingenia, ut in
lucis naturam & proprietates diligentius inqui-
rerent; ſed quod papilionibus dum flammas ſe-
ctantur, idem fere curioſis iſtis naturæ ſcruta-
toribus evenit, ſi enim non periere, ſaltem de
iis vere dici poſſit, eos non lucis claritatem, ſed
tantum ingenii ſui tenebras prodidiſſe & ſemet-
ipſos excæcaſſe dum ſolem atramento ſuo infi-
cere fuere conati. Idemne nos maneat fatum
dum nonnullas lucis facultates explicare cona-
mur, eorum eſto judicium, quorum mentes
benigniore cæleſtis lampadis fulgore illuſtran-
tur. Si non ubique ſcopum ſimus adſecuti, ſi
alicubi erraverimus, culpam non deprecamur,
imo etiam laudem & gratiam ſperamus, dum-
modo in cæteris propius à veritate abſimus,
quam plerique ii, qui ſtylum & ingenium ante
nos in eodem poſuere argumento. Quamvis
vero, Princeps magne, pro inſigni tua erga me
benevolentia, exile & minutum poſſit videri
quod reddimus munuſculum, vel ſolus tamen
lucis titulus non promittit tantum, ſed etiam
ſpon-

ſpondet aditum facilem, nec metuimus ut rerum pulcherrima & jucundiſſima, ſinè qua ne mundus quidem conſtare poteſt, moroſi janitoris repulſam patiatur. Cum omnia bona & præclara admittas & diligas, abeſt quam longiſſime ut lucem velis excludere. Quod ſi forſan fallimur, & pro die noctem, pro luce umbram obtrudere videamur, ipſe mihi ſilentium lubens imperabo, nec ſequar illorum exemplum qui culpæ quærere patronum, quam culpa vacare maluerunt, quaſi non ſufficiant errores in quibus vulgo verſamur, niſi in cumulum accedant etiam illi qui indies committuntur, ac ſi vitæ intereſſet ut ſit aliqua errorum doctrina & ſcientia. At vero ſi non decipimur, & non inepte videmur iſta quæ offerimus conſcripſiſſe, utique non eſt ut cenſuram metuamus, aut ut cunctemur illa ipſa, qualiacunque demum ſint, Tibi maxime Principum, conſecrare, cujus fulgidum nomen non nobis tantum, ſed & ipſi quoque luci lucem poſſit fœnerare. Benigna itaque fronte novellum hunc ingenii noſtri fœtum ſuſcipe, magne literarum Patrone; ſi illum manu obſtetricia contigeris, nec dentem, nec aſpectum formidabit malignum. Quod ſi etiam in eruditis tuis oculis gratiam & favorem invenerit,

non eſt quod diem atrum aut oblivionis aquas pertimeſcat. Tua luce perfuſus & amictus adeo nitens & ſplendidus ſibi videbitur, ac ſi lavacro Auroræ aut fonte ſolis lotus emerſiſſet. Deus, Sereniſſime Princeps, in gloriam ævi præſentis & exemplum ſecuturi incolumem Te quam diutiſſime ſervet.

Hagæ Com. cIↃ IↃ CLXI.

Sereniſſimæ Cels: V^æ

devotiſſimus

ISAACUS VOSSIUS.

BENEVOLO LECTORI.

Cum multi ingenio & doctrina præclari viri diligenter & fuse admodum scripserint de eo quod hic exhibemus argumento, aridi & jejuni forsan videbimur, quod breviter & cursim adeo stringamus rem omnium nobilissimam, qua nulla in rerum natura latius patet, cum lucis plena sint omnia, solaque propemodum sit quæ totam rerum naturam amplectatur. Sed cum ea saltem pertractare proposuerim, quæ alii prætermiserunt, aut non satis accurate tradidere; spero me nullam incursurum reprehensionem, si non omnia simul exhausero; nec brevitatem, ut puto, carpes, LECTOR CANDIDE, *dummodo in ea aliqua invenias vel necdum dicta, vel clarius demonstrata quam ab aliis factum sit hactenus. Nulla est fere veritas aut cognitio, quæ tota simul adfulgeat. Videt hæc ætas quod non viderunt majores nostri, sed multo plura cognoscent illi, qui post nos futuri sunt, præsertim si honor habeatur artibus & ingenia excitentur. Nos etiam, si vita & otium suppetat, non pauca, ut spero, discemus, quæ nunc nescimus, & forsan de his ipsis plura & certiora aliquando exponemus, si aliæ curæ permiserint, ut quæ in physicis exorsi sumus, ad umbilicum detur perducere. Interim non displicituros tibi confido, quos hic vi-*

des

des conatus, qui si non ob aliud, at saltem novitate placebunt. De ortu & natura ignis & caloris, de numero elementorum, aliaque quæ leviter hic attigimus, uberius agemus in Meteorologicis nostris. Ne autem te offendat quod radiorum nonnunquam utar vocabulo ex communi consuetudine, cum non ex lineis aut particulis compositum sit luminis profluvium, sed unum & continuum constituat systema. Si vel hoc vel aliud quidpiam sit quod displiceat, Tu, mi Lector, benigna interpretatione succurrito; quod si difficilis sis & refractarius, pleniorem à nobis explicationem exspectato.

ISAA-

ISAACI VOSSII
DE
NATURA ET PROPRIETATE
LUCIS.

CAPUT I.

Causam & subjectum lucis esse ignem.

DE luce dicturi expedit ortum & causam ejus ostendere. Causa & subjectum luminis est ignis. Ab hoc itaque incipiendum. Licet vero hic multis modis fiat, omnes tamen isti modi ad unum reducuntur, ad constipationem nempe & adtritionem materiæ solidæ. Nam si dixerimus ignem etiam generari ex propagatione, ut cum igne ignem paramus & accendimus, aut ex collectione radiorum, ut fit speculis comburentibus, jam ignis natalem non explicamus, sed saltem modum ostendimus quo ignis seu calor jam existens multiplicari & propagari possit. Altius itaque repetendus est ignis ortus, & indicanda ratio quo pacto ignis nascatur ubi nullus vel ignis, vel calor, vel lux præexistit. Hoc autem aliter non contingit, quam sola compressione seu attritione. Cum enim non possint duo corpora esse in eodem loco, necessario evenit, ut quando illa comprimuntur & se mutuo penetrare conantur, oriatur calor & dein ignis. Minor compressio efficit calorem, vehementior vero collisio & attritio ignem suscitat. Is vero est velut actus inaniens & evacuans nimiam constipationem, & hoc quidem pacto ipsa sibi succurrit natura.

Vulgo credunt ignem, qui ex attritione seu silicum seu alterius materiæ inflammabilis compressione provenit, fieri ab attenuatione aëris. Sed vero aër quantumvis attenuetur & rarefiat, nunquam tamen incalescet, quin potius hac ratione frigefiet. At vero si actum hunc consumentem & succurrentem naturæ laboranti, non ex rarefactione aëris, sed ex nimia constipatione & condensatione corporum fieri statuamus, jam & oculis & sensibus satisfiet.

Quamvis autem ignis etiam in fluido corpore possit existere, vix tamen illic nasci aut oriri potest. Ut enim solida corpora motu incalescunt, ita fluida quanto magis moveantur & se mutuo penetrare conentur, tanto magis frigefiunt. Non enim probo quod vulgo dicitur, ex collisione corporum fluidorum, cujusmodi sunt nubes, ignem gigni posse. Fulminis flamma non fit à collisione nubium, sed consumto & depasto ab igne, illo qui intercedit aëre, tum demum fit collisio & fragor. Ignis ergo origo necessario præsupponit materiam solidam, non fluidam vel raram, quæ vi propria ignem concipere non potest, nec aliunde conceptum diu nutrire.

Cum vero primaria ignis sedes sit Sol, valde fit verisimile substantiam Solis esse solidissimam, & quidem tanto terrestri materia solidiorem, quanto ignes ejus magis sunt vehementes & diuturni, ita ut non immerito Democritus Solem massæ ferri candentis olim comparavit.

CAPUT II.

Ignem non esse corpus.

CUm ignis nihil aliud sit quam calor intensus, productus à constipatione & attritione corporis solidi & in-

& inflammabilis, non recte ſentiunt illi, qui ignem corpus eſſe putant. Ignem nempe vocant compoſitum id, quod ex materia ac flamma depaſcente conſtat: ſed hoc perinde eſt ac ſi animam corpoream vocaremus, quod corpori inſerta ſit ac permixta. Seorſim itaque conſiderandus eſt ignis, & ſeparandus à materia cui inhæret; id ſi fecerimus, cognoſcemus ignem per ſe non ſubſiſtere, perit enim ſublato ſubjecto, à quo abſtrahi non poteſt niſi ſola cogitatione. Non eſt ergo corpus.

Aliter colligunt qui ignem elementum vocant. Nempe id ex eo eveniſſe credibile eſt, quod cum Solem non conſumi nec minui cenſerent, perennem ejus fecerint materiam. Hac perſuaſione credo adductos fuiſſe eos, qui ignem ſimplicibus corporibus annumerarunt, ac quartum inter elementa locum dedere. Sed vero crebra phænomena evincunt, ne cœli quidem orbes eſſe mutationis expertes, ac æque corruptibili conſtare materia, atque hæc noſtra tellus. Complures in Solis diſco maculæ, aliæ aliis lucidiores, quædam naſcentes, quædam pereuntes, clare ſatis oſtendunt, etiam hujus flammas egere pabulo, ſive illud foris accedat, ſive è viſceribus prorumpat. Ut itaque elementum fiat ignis, neceſſe eſt oſtendere ignem aliquem, qui alimento non egeat, qui non adurat nec calefaciat, quique non ſit in aliquo ſubjecto. At vero talis nec in noſtro, nec in aliis cœli orbibus reperitur, ut opinor. Fruſtra itaque dicitur ignem eſſe vel corpus, vel elementum.

Non recte quoque ex levitate ignis ſive flammæ argumentum colligunt, quia nempe omne quod leve ſit, idem quoque ſit corporeum. Ignis neque levis eſt, neque gravis, cum ſit actus diſſolvens corpora. Quia vero corpora cum diſſolvuntur & dilatantur fiunt leviora,

neceſſario ſurſum tendunt, avolantem materiam ſequitur & intercipit flamma. Non tamen omnem flammam ſurſum tendere clare evincunt fulmina. Sed & artificialis etiam reperitur pulvis ex auro conflatus, qui deorſum mittat flammam ſi accendatur. Notiſſimum præterea per lucernæ exſtinctæ fumum, ſi alterius lucernæ flammam contingat, deorſum flammam devolvi. Clarum itaque ignem non habere pondus, ſed ſequi motum & impulſum corporis cui inhæret.

Sed neque ex eo, quod luce & calore corpora dilatentur, ullum peti debet argumentum unde lucem & calorem corpus eſſe adſtrui poſſit. Actio enim illa lucis & caloris nihil addit corporibus, ſed corpora ipſa ex potentia ſuæ ſubſtantiæ dilatantur, & non quoad ipſam materiam, ſed ſaltem quoad extenſionem materiæ augentur.

CAPUT III.

Quid ſit lux.

CUm variæ ſint lucis proprietates, utpote quæ non luceat tantum, ſed & calefaciat, & colorem inducat, rerum imagines deferat, ſitum corporum mutet, nonnunquam etiam vitam largiatur; non mirum eſt pro diverſa ejus facultate diverſis quoque modis definiri naturam ejus. Quia vero unicam ejus proprietatem, nempe qua luceat, conſiderabimus, ſic illam definiemus, ut lux ſit actus corporis lucentis, per quem quidquid viſibile eſt cernimus.

Non recte vero lucem à lumine diſtinguunt, ac lucem ponunt in corpore lucente, lumen vero extra. Lux non poteſt eſſe viſibilis niſi in corpore pellucido, ignis vero non eſt pellucidus: Pro ratione enim ſulphuris qui eſt in ſingulis corporibus, tinguntur quoque flammæ, ideo-

ideoque opacæ fiunt: nam omne coloratum eſt quoque opacum. Si fieri poſſet ut in medio magnæ alicujus flammæ verſaremur, nihil cerneremus. Diſtinguendà eſt itaque lux à flamma & igne, lumen vero à luce non eſt diſtinguendum.

Jam vero cum ignis ſive flamma non ſit corporea, multo minus lumen poteſt eſſe corporeum. Scio quidem complures & olim fuiſſe, ac nunc etiamnum eſſe, qui aliter de lumine ſentiunt, ac radios ejus ex corpuſculis compoſitos eſſe pertendunt: ſed ut cognoſcamus, quid de tota hac re ſentiendum ſit, argumenta, quamobrem ſic crediderunt, exponam.

CAPUT IV.

Exponitur & examinatur Carteſii de luce opinio.

PRimum itaque excutiemus opinionem Renati Carteſii, quam in Phyſicis ſuis principiis & alibi adſtruere eſt conatus. Tantum nomen tantamque autoritatem vir ille ſcriptis ſuis conſecutus eſſe videtur, noſtris præſertim in oris, ut pleraque ejus dicta pro demonſtrationibus pene habeantur, publiceque libri ejus tanquam veritatis indices in ſcholis & academiis quibuſdam prælegantur. Cum à paucis poſtulatis & communibus valde notionibus Philoſophiam ſuam auſpicatus ſit, in progreſſu tamen operis nemo plura adſumſit, & quidem talia, quæ nec ab ipſo demonſtrata ſint, nec demonſtrari à quoquam poſſint, etiamſi vim intellectui inferamus. In eo præcipue callidus fuit, quod cum tam plana & perſpicua præmittat principia, mox tamen iis relictis alia promat, quæ neque viſu, neque ſenſu percipi poſſunt, globulos ſcilicet, particulas ſtriatas, & elementa inviſi-

bilia. Illis positis, non probatis, incipit philosophari: quia nempe ubi oculi & sensus deficiunt, illic fingendi incipit libertas. Sed vero inquiunt perinde esse qualiacunque statuantur principia, dummodo per illa rerum adparentium ratio dari possit. At vero quamvis hoc nequaquam concedendum videatur, utut tamen concedatur, nihil etiamnum efficitur. Adeo vero longe abest ut positis invisibilibus istis principiis causæ rerum pateant, ut ne vel unum saltem phænomenon horum beneficio recte explicari possit. Breviter sententiam ejus de origine & natura luminis, cui tota ejus Physica tanquam fundamento nititur, examinabimus. Is itaque ut mundum, sic quoque materiam aliquam statuit primam, non finitam, non infinitam, sed indefinitam. Hanc materiam, cum omnia spatia occuparet, neque enim vacuum posse dari in rerum natura, à Deo confractam fuisse dicit in minutissimas particulas. Omnes vero istas particulas initio fuisse æquales, sed Deum deinceps indidisse iis motum constantem & perennem. Hinc factum esse ut rotundam induerint figuram. Dum vero sic tornantur, ne vacuum pateretur natura, scobem & ramenta harum particularum occupasse intermedia spatia. Ex hac circinatione vero etiam alia corpuscula proveniisse fingit, qualia nempe sunt lignorum, quæ dolantur, præsegmina; Hæc ipse vocat corpuscula striata. His ita digestis tria deinde format elementa. Primum elementum vocat scobem & subtilia ramenta; secundum ipsos globulos, tertium vero particulas striatas. Ex primo elemento dicit conflatum esse Solem & vortices cœli, ex secundo cœlum, ex tertio vero, tanquam ex spuma, censet coaluisse maculas solares. Jam vero globulos secundi elementi continua serie à cœlo huc usque extensos

tenſos eſſe ſcribit, moveri perpetuo, ac penetrare poros aëris, vitri & aquæ. Quia vero moto uno globulo eodem momento omnes ſimul moveantur, baculo hanc globulorum ſeriem comparat, cujus una pars moveri non poteſt, quin ſimul quoque moveatur pars altera. Iſtum vero globulorum motum lucem eſſe dicit.

Quis non obſtupeſcat tam longa figmentorum catena? Quamvis oſtendere hæc, idem poſſit videri quod deſtruere, quia tamen non pauci etiam præclari viri hoc noſtro ſeculo reperiuntur, qui imaginariis iſtis elementis, globulis & particulis ſtriatis ita capiuntur, ut præter iſtas formas in Phyſicis nihil ſciri poſſe palam profiteantur; operæ pretium fuerit paucis monere, quibus & ſe & alios difficultatibus involvant, qui vanis adeo commentis à meliori Philoſophia ſe abduci patiuntur. Primum quis non miretur trina hic ſtatui elementa, cum ſecundum propriam hypotheſin unum tantum agnoſcat? Quis unius ejuſdemque materiæ diverſas formas, diverſa unquam vocavit elementa?

Jam vero cum globulos & corpuſcula ſua, non ut Democritus inſecabilia & ſolidiſſima faciat, ſed vero longe molliora & quæ ſecari & comminui in minora poſſint corpuſcula, qui fieri poteſt ut immenſæ iſtæ globulorum texturæ continua rotatione non ſint adtritæ & in pollinem comminutæ? Cur, cum ex eadem qua Sol conſtent materia, vicinitate & contactu Solis & fervore motus inflammatæ & combuſtæ non ſunt? Cur vento, aëre & occurſu aliorum corporum non diffiantur & rumpuntur longæ illæ & pertenues globulorum catenæ, incertoſque ac tremulos nobis efficiunt luminis radios? Sed & hoc quomodo aliquis expedire poſſit, cum mille diſcrepantes motus ex diſcrepantibus locis imprimantur,

tur, motus illos non confundi & contrarios à contrariis non everti? Sane quomodocunque aliquis hanc lucis descriptionem velit construere, quot corpuscula, totidem quoque sunt statuenda miracula. Cum nulla machina movendis infinitis adeo globulis sufficiat, & tamen leviſſimo impulsu moveri dicantur, fatendum fuerit, ut perennet hic motus, singulis globulis novas accedere potentias quibus impellantur. Cum enim sectilia & fragilia supponantur hæc corpuscula, disrumpentur potius priores globuli, quam ut sequentibus eundem imprimant motum. Utut tamen hæc quantumvis absurda fieri posse admiserimus, at certe illud fieri non poterit, ut Solis siderumque lumen immensum adeo corpusculorum agmen penetret. Vel ipse hic noster aër, si vel paulo fuerit densior & compressior, desinit esse perspicuus, & fit opacus. Plus opacitatis habent corpora solida, ideoque difficilius lumen transmittunt. At vero si corpus aliquod ex pluribus minutis corpusculis diversam habentibus superficiem fuerit compositum, jam desinit esse pellucidum. Viderint itaque qui huic Philosophiæ adstipulantur, quale lucis vehiculum introducere conentur. Etiamsi globuli & minuta ista corpuscula constarent ex materia quæ puritate & perspicuitate crystallum & adamantes millies superaret, non tamen radii Solis vel unicam ejus unciam possent perforare.

CAP. V.

Gassendi opinio expenditur.

ALiquanto quidem vero similior possit videri opinio Gassendi & aliorum, qui favent doctrinæ atomorum, cum & paucioribus contenta sit postulatis, & non adeo

adeo indeterminatam relinquat lucis naturam; verum tamen cum & hi lumen faciant corporeum & radios ejus compositos esse dicant ex corpusculis aut oblongis virgulis materiatis, non minus à vero recesserunt, ac iisdem quibus priores difficultatibus sese involverunt. Tantum abest ut atomi seu corpuscula istæc causa aut instrumentum lucis esse possint, ut potius sint futura vehicula tenebrarum. Vitrum & alia pellucida quamvis valde fuerint crassa, pervia nihilominus sunt radiis lucis. At vero nulla tam exigua vitri portiuncula possit dari, si eam in atomos, aut saltem in tenuissimum pulverem comminueris, quin statim desinat esse pellucida.

Duas vero potissimum rationes invenio, quibus præcipue se persuasos esse fatentur, ut lucem corpus esse sentiant. Prima quidem hæc adfertur ratio, quod cum lumen iisdem quibus corpora fruatur facultatibus, flectitur nempe & repercutitur pro ratione materiæ occurrentis, satis exinde verisimiliter possit concludi, ipsum quoque lumen esse corpus.

Altera ratio, qua utuntur, hæc est, quod si quando lumen in pellucidum aliquod corpus, puta aut vitrum aut aquam, incidat, non omnes ejus radii pertranseant, sed aliqui reflectantur. Putant nempe illos radios qui in poros recta dispositos incidunt, illæsos transire; alios vero incidentes in partes corporis pellucidi solidas aut continuas, sursum repelli & repercuti.

Priori argumento facile occurritur, cum & in sono motus iste æque sit manifestus. Nec dubitandum, si animæ aliarumque substantiarum motus forent perceptibiles, quin idem etiam in his posset deprehendi.

Magis itaque urgent sequens Heronis Mechanici argumentum, quod tamen non uno laborat vitio. Nam si

radii lucis illac tantum ingrediuntur, qua vitri & aliorum corporum pellucidorum poros recta dispositos inveniunt, jam non certa lege, sed pro ratione & dispositione meatuum dirigerentur, quod adversatur experientiæ. Quod si ubique tales occurrant meatus, omnino consequetur, ut vitrum nullas partes solidas habeat. Denique vitrum non erit vitrum, sed tantum corpus adparens. Nam si ubique sint pori, jam necessario consequetur, ut nusquam sit vitrum. Atqui tamen sensus & experientia docent, nullum esse vitri punctum quod non illustretur, quodque non æquali proportione transmittat lucem: hoc vero qui fieri possit si per poros tantum lux propagetur? vel itaque dicendum lumen non esse corpus, aut admittendum absurdum istud, duo corpora posse simul esse in eodem loco. Illud vero imprimis absurdum, corpus aliquod statuere tot poris pervium, quod tamen sit perspicuum. Ostendatur vel una aliqua materies, sive sit vitrum, sive cornu, sive aqua aut quælibet alia, quæ simul ac poros admittat, simul quoque non fiat opaca. Profecto qui sic argumentantur, illi adimunt non parant lumini transitum, cum nullum corpus eximie porosum radios transmittat. Verum esse quod adfirmamus, id multis probari potest experimentis. Si enim quamcunque materiam pellucidam multis perviam feceris poris, desinit esse pellucida. Sed vero si aquam adfuderis & poros impleveris, denuo fit pellucida. Vitrum vetus & arrosum, quale sæpe effoditur è terra, candicat æque fere ac vitrum pistum. Idem madefactum aut aqua mersum, recuperat priorem statum ac fit perspicuum. Hac arte utuntur agyrtæ, ac miseris nonnunquam imponunt emptoribus. Imaginem quamcunque volunt, includunt palæ annuli, eandemque frustulo vitri ve-

veteris ac albicantis obducunt. Imaguncula non comparet si vitrum fuerit siccum, idem vero aqua aut vino madefactum latentem denuo producit imaginem.

Eadem est natura Onychum quorundam, qui vulgo Chalcedonii appellantur, qui cum lactei sint coloris, adfusa aqua perspicui redduntur.

Sed & charta & crystallus comminuta & complura alia porosa corpuscula, si aqua aut oleo adspergantur, illico fiunt pellucida.

Verum quo clarius istæc cognoscamus, haud intempestivum erit, ut arbitror, porro ostendere pleraque corpora pellucida carere poris, nec rerum naturam adeo esse fistulosam, quam vulgo creditur

CAPUT VI.

Vitrum, aquam & eximie pellucida corpora carere poris, & quomodo pori generentur.

OMne itaque corpus aut fluidum est, aut solidum. Fluida corpora sunt illa quæ non habent consistentem formam: Solida vero sunt, quæ eundem partium servant situm, etiamsi moveantur. Dividamus vero solida in simplicia & composita. Simplicia solida sunt illa corpuscula è quibus composita solida fiunt, & in quæ viceversa dissolvuntur. Jamvero in confesso est apud omnes talia corpuscula poris carere, si enim non careant iis, non erunt simplicia, non erunt solida, denique non erunt corpora. Nam si ne illa quidem interstitia, quæ meatus separant, sint solida, ubique erunt meatus, nihil itaque in rerum natura erit corporeum. Hoc vero cum perabsurdum sit existimare, sequitur dari corpuscula physica quæ omnino sint solida.

Porro quia hæc cohærere ſibi invicem non poſſunt, quin relinquantur multa ſpatia inania, jungi ideo & conglutinari liquore intercurrente, omnes, niſi fallor, fatebuntur. Liquorem vero illum eſſe continuum & nullis interceptum meatibus, & hoc quoque certum eſt. Scio quidem quoſdam aquæ & omnibus fluidis poros adtribuere, ſed rationes quibus hoc efficere conantur, valde ſunt frivolæ. Si aqua non eſſet continua, ſed ex ſeparatis particulis inſtar arenæ aut farinæ quantumvis minutæ conſtaret, non adeo eſſet plana ejus ſuperficies. Aſpera & inæqualis fieret, vel ſimplici contactu. Non præterea aqua aquam ſequeretur in ſiphonibus, ſi non unum corpus, ſed ex diverſis conſtaret corpuſculis. Sed neque bullæ, quales à pueris leni ſpiraculo ſolent excitari, ſubſiſtere poſſent. Si fiſtuloſus eſſet humor ambiens, concíderent bullarum latera. Denique ſi poroſa & non continua eſſet aqua, utique non eſſet perſpicua, ut ex jam dictis & porro dicendis clarum fiet.

Cum ergo partes è quibus corpora componuntur, ſint ſolidæ; ſupereſt ut talia etiam ſint ipſa corpora, dummodo perfecte ab humore infuſo conglutinata fuerint.

Quæret jam aliquis, ſi humor iſte ſit continuus, omniaque intermedia ſpatia impleat, unde ergo pori in corporibus oriantur? Verum hujus rei manifeſta ſatis eſt ratio, nempe id fit tam ab externo quam interno calore exſiccante & depaſcente humorem quo corpuſcula connectuntur. Scio quidem aliter quoque excavari meatus, ab inſectis ſcilicet erodentibus, item à materie graviore penetrante & permeante minus gravem; ſed vero inſecta nulla generantur in metallis, in lapidibus, in vitro aliiſque id genus ſolidis & inanimis corporibus, de qui-

quibus saltem nunc sermo est; altera vero ratio alio pertinet. Nam quod argentum vivum penetret vasa fictilia, lignum, corium, & similia, id nequaquam mirandum. Lignum & corium proprie non sunt corpora solida, cum extendi & dilatari possint. Fictilium vero materies, rarior est quam hydrargyri. Facile itaque penetrat, nec tamen ideo quod fictilia poros habeant, sed quod hydrargyrus pondere suo partes luti molliores & pene fluidas, aperiat & sic transeat. At vero saxa, metalla aliaq; nativa solida, non pervadit hydrargyrus, quia firmiori glutino junguntur. Multo minus crystallum, vitrum, aliaque valde pellucida, quoniam ea non ex corpusculis, sed ex continua & uniformi constant materia.

Cum itaque non pellucida tantum, sive ea liquida fuerint sive solida, sed & omnia fere inanima corpora careant poris in prima origine; clarum est lucem, quæ omnia simplicia corpora pertransit, ut infra docebimus, non posse esse corpoream.

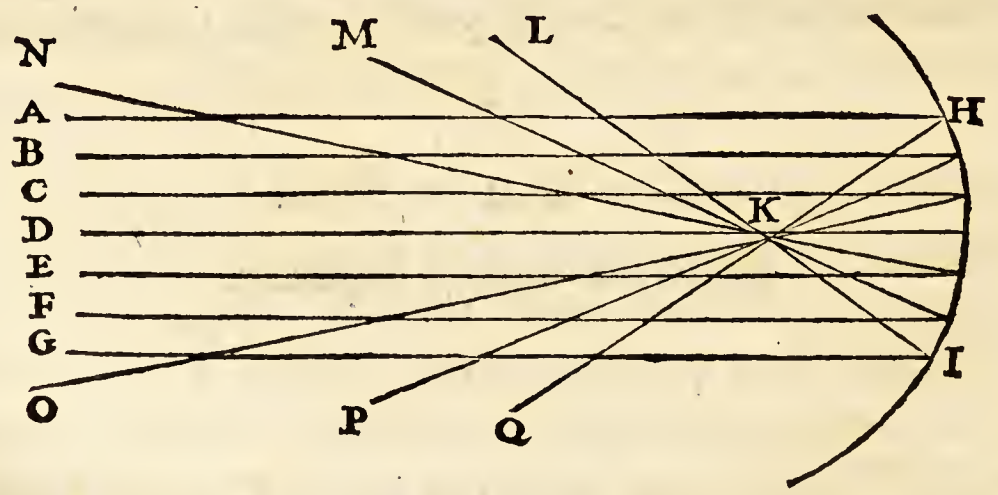
Quod autem aqua, vitrum & similia, non omne transmittant lumen, sed portionem aliquam remittant, ejus rei hæc est ratio, quod omnia corpora quantumvis pellucida, aliquid tamen habeant opacitatis. Quamvis hoc ex jam dictis satis colligi possit, ex iis tamen quæ infra à nobis dicentur, multo patebit clarius.

CAPUT VII.

Radios lucis non esse corporeos.

SUfficere hæc poterant, nisi fallor, ad convincendam eorum sententiam, qui lumen & radios corporibus accensent; quo tamen magis opinionis hujus absurditas adpareat, unum etiamnum adjiciam. Nemo

eſt eorum, qui hæc legent, qui non aliquando viderit lumen per anguſtum foramen in cubiculum tenebroſum admiſſum, pleraque externa objecta ſuis coloribus in linteo aut pariete depingere. Infinitos radios ad idem decuſſationis punctum convenire plerique, ut puto, fatebuntur. Si quis tamen aliter ſenſerit, ac in uno puncto non admodum magnam decuſſationem fieri dixerit, is ſaltem non negabit in ſpeculo parabolico omnes radios in unum confluere punctum, ac ex hoc denuo dilatari in ampliora ſpatia. Non eſt hujus loci quærere, qui fieri poſſit, ut univerſa mundi effigies & pictura cum omnibus ſuis partibus & coloribus ſigillatim diſtinctis, contineri & repræſentari poſſit in puncto Mathematico, quod tamen manifeſtum eſt; verum illud dixiſſe ſufficiat, ſi radii deferentes lumen & objecta viſibilia ex corpuſculis conſtant, minime poſſe per punctum iſtud transire. Quantumvis enim minuta fingantur iſtæc corpuſcula, & cujuſcunque demum ſtatuantur figuræ, ſive virgatæ, ſive ſphæricæ, ſive ſtriatæ, cum tamen corpora ſint, tantum abeſt, ut infinito adeo agmine penetrare valeant, ut ne ſingula quidem poſſint. Sint radii A B C



D E F G deferentes objectum viſibile in parabolam H I, mani-

manifeſte omnes illi concurrent in puncto K, & inde denuo progredientur & ſpargentur in L M N O P Q. Largiamur corpuſcula iſtæc eſſe inſtar puncti Mathematici & ſigillatim poſſe punctum K pertranſire: Sed jam abſurdum erit quam maxime arbitrari, per illud punctum K poſſe in inſtanti tranſire innumerabilia iſta corpuſcula, è quibus componuntur radii qui à K tendunt verſus L M N O P Q.

Quod ſiquis dixerit corpuſcula aut globulos iſtos non habere motum progreſſivum, ſed tantum in ſe moveri, ac eundem motum ſequentibus imprimere corpuſculis, non minor occurrit abſurditas. Si enim globulus qui eſt in puncto K, locum ſervat, non poteſt eodem tempore niſi ſimplicem habere motum. At vero ut radii adfluentes ad punctum K propagentur in L M N O P Q, oporteret in uno corpuſculo K infinita diſcrepantium motuum genera ſtatuere. Hoc vero cum impoſſibile ſit, non video, quomodo ſubſiſtere poſſit textura illa corpuſculorum abſque axiculis, vectibus aliiſve potentiis ſe moventium ac propagantium lucem. Debuiſſent ſaltem illi, qui tale lucis ſyſtema divulgarunt, modo aliquo mechanico declarare, quo pacto talis motus fieri poſſit. Si in arenæ ſextariolo oſtendiſſent, unius arenæ rotatu cæteris arenis eundem imprimi motum, jam ſaltem opinioni ſuæ aliquid coloris addere potuiſſent. Sive itaque hanc ſive alteram de luminis natura & propagatione opinionem ſequamur, clarum eſt neutram poſſe ſubſiſtere, cum nomine tenus diverſæ, re vero eædem prorſus ſint, utraque quippe lumen corpus eſſe ſupponit. Imprimis vero hoc abſurdum, quod dum lumini tranſitum parant, ac in omnibus pellucidis corporibus poros ac meatus aperiunt, illos ipſos tamen mox obſtruunt, cum

lucem

lucem, quæ poros ingreditur, ex corporeis particulis compositam esse arbitrantur. Si sic sentiamus, dicendum fuerit particulas aut globulos lucem deferentes, & ipsos esse porosos, aut admittenda est corporum penetratio. Hanc si concedamus, frustra imaginarii isti pori inducuntur, cum etiam absque his detur corporum penetratio, & entia sine ratione non sint multiplicanda.

Cum itaque corpora perspicua pleraque poris careant, & tamẽ luci sint pervia, sequitur lucem esse incorpoream. Frustra vero dicitur, motum non posse fieri, ubi nihil est quod movetur. Lumen etiam si incorporeum, est tamen aliquid, est ens physicum. Lumen movetur etiam quoad sensum in corpore diaphano immobili. Falsum est itaque motum non posse fieri nisi in corpore quod movetur. Sed propterea quod duo corpora non possunt simul esse in eodem loco, manifestum fit lumen corpus non esse.

Ipsum hoc confirmat motus lucis. Cum enim omnia corpora moveantur in tempore, lucis vero motus sit instantaneus, & hinc quoque patet lucem non esse corpoream.

CAP. VIII.

Lucis motus in vacuo.

VErum quia necdum inter physicos convenit, utrum lux in instanti, an vero successive moveatur, quamvis & hic multum à vulgari recedimus opinione, libens tamen nostram quoque exponam sententiam. Hæc autem quo clarius accipiatur, ipsam lucis historiam trademus, ac indicabimus qualis ejus sit motus in vacuo, qualis item in iis corporibus, per quæ huic patet transitus. De vacuo primum agemus, cujus contemplatio quamvis

ab

ab inſtituto noſtro nonnullis aliena videbitur, ſiqui tamen rem penitius inſpiciant, illi quæſtionem hanc non oportunam tantum, ſed & neceſſariam prorſus agnoſcent.

CAPUT IX.

Oſtenditur dari vacuum.

QUamvis itaque complures, ac præcipue illi qui receptæ adhærent Philoſophiæ, negent dari vacuum, adeo tamen verum eſt dari hoc, quam verum ſit dari corpora. Non defuere quidem omnibus ſeculis, qui aliqua ratione vacuum admiſere, nempe putabant ſi vacuum tolleretur, neceſſario quoque tollendum eſſe motum, aut dicendum corpora tranſire per corpora, itaque locum in quo corpora moventur, vacuum nominarunt. Sed vero illi ipſi cum ſtatuunt omnia loca eſſe repleta corporibus, in vocabulo ludunt & vacuum è rerum tollunt natura. Tralativa & pueris nota ſunt argumenta quæ vulgo adferuntur ad evertendum vacuum, nec noſtri otii ſingulis aliquid reponere: hoc ſaltem ſignificamus levia eſſe & pleraque eodem tendere, nempe naturam abhorrere ab omni inanitate & vacuo. Verum utcunque hoc conceſſerimus (quod tamen minime concedendum eſt, cum natura potius fugiat nimiam corporum conſtipationem) nihil tamen exinde conſequetur. In loco ubi vivimus & reſpiramus, propter circumſiſtentiam ambientium corporum, difficulter admodum effici vacuum libenter fatemur. Verum quantumvis admittamus naturam fugere vacuum in hoc noſtro orbe, fugam tamen iſtam in infinitum extendendam non eſſe, ſed terminandam alicubi, & ratio & experimenta clariſſime evincunt.

Faceſſant itaque trivialia iſta commenta, qualia vulgo ad deſtruendum vacuum adducuntur, cujuſmodi eſt hoc quod dicunt, ubi nullum eſt corpus ibi nullam eſſe dimenſionem: ac ſi ſublato corpore ex aliquo vaſe tam firmiter fabrefacto, ut latera non confluant ab externa, aëris preſſione, non tamen idem quod prius laterum & parietum maneat intervallum. Sed quia negant in hoc noſtro orbe, aut etiam alibi, fieri poſſe vacuum, & locum abſque locato, ut loquuntur, aliquanto hæc accuratius examinabimus.

Primus itaque, qui noſtro ſeculo vacuum etiam in hoc noſtro orbe dari poſſe conjecit, is fuit Galilæus vir mirandæ ſubtilitatis. Hic nimirum ex eo quod aqua in tubis & antliis ſupra octodecim cubitos attolli non poſſit, feliciter collegit, vim illam quæ impedit ne inane fiat, non infinitam, ſed modo & ſpatio certo eſſe determinatam. Hujus exemplum & doctrinam ſubſecuti complures alii experimentum hoc in compendium redegere, tuboſque conſtruxere vitreos quatuor vel trium duntaxat pedum, quos hydrargyro impletos ac poſtea inverſos demiſere in vaſculum & ipſum inſtructum hydrargyro, deprehenderuntque hydrargyrum non totum manere neque totum effluere, ſed in altitudine duorum pedum & quadrantis ſuſpenſum hærere, ſuperiore tubi parte facta vacua.

Exercuere ſe in novo hoc ſpectaculo variorum ingenia, partim admittentium, partim vero impugnantium vacuum. Aliqui dum quidvis potius quam vacuum concedere vellent, dixerunt ſpatium quod ſupra hydrargyrum in tubo inane compareret, revera non eſſe inane, ſed plenum ſpiritu hydrargyri. Sed hoc ſi eſſet, jam pro ratione & copia egredientis ex hydrargyro ſpiritus, dila-

taretur

taretur vel comprimeretur ſpatium inane; quod minime fit.

Alii credidere per vitri poros intrare aërem vel ætherem tenuiſſimum & laboranti naturæ ſuccurrere. Sed ego ætherem non tantum hic apud nos, ſed etiam in ipſo æthere ut vocant, fruſtra quæri puto. Vitrum præterea nullos, ut diximus, habet poros. Fideliſſime eo cuſtodiuntur etiam ſubtiliſſimi ſpiritus arte ciniflonum extracti. Verum ut ut admiſerimus aërem vel ætherem tenuiſſimum ingredi ſpatium ab hydrargyro relictum, non tamen hoc, quod putant, poſſet contingere: neq; enim ſuſpenſus tum hæreret hydrargyrus illa qua diximus menſura, ſed defluëret ad æquale libramentum cum hydrargyro in vaſculo extra tubum contento.

Prædictis argumentis quibus vacuum è rerum natura explodere conantur, addamus quoque alterum multo prioribus fortius. Nempe ex eo quod adplicita materia valde calida ad partem tubi vacuam hydrargyrus aliquantum deſcendat, applicita vero materia frigida hydrargyrus aliquantum adſcendat, ex eo, inquam, colligunt corpus aliquod eſſe in parte tubi vacua, quod calore dilatetur, frigore vero conſtringatur, ac proinde hydrargyrum aſcendere faciat. Vel una hæc ratio ſuffecit, ut multi à veritate deſciverint, novumque aliquod elementum introducere conati ſint, quod corpus eſſet & tamen nullum haberet pondus. Hoc vero quis fieri poſſe exiſtimet? Attamen quia argumento huic multum tribuunt, operæ pretium eſt ut & huic quoque occurramus.

Dico igitur nullum eſſe corpus, ſive ſit aqua, ſive hydrargyrus, ſive denique ipſum vitrum, quod calefactum aliquam ſaltem ſubſtantiam ex potentia ſuæ materiæ

producere non valeat, quæ vicem corporis ſuppleat. Conſideremus thermoſcopium, putant unum eundemque aërem ſupernè incumbentem aquæ pro ratione caloris aut frigoris ambientis dilatatum aut compreſſum incluſam aquam vel adtollere, vel deprimere: Atqui id aliter ſeſe habet. Aër in ſuperiori parte thermoſcopii concluſus, non idem ſemper eſt quantitate. Calor enim ambiens & vitrum permeans, pro ratione ſuæ intenſionis, novos ſubinde producit & ſuſcitat vapores. Frigus vero, ſive potius calor remiſſior, efficit ut illi eo unde venerunt redeant. Idem in hydrargyreo contingit tubo. Vacua eſt pars tubi quæ eſt ſine hydrargyro. Sed ſi huic parti admoveris materiam aliquam valde calidam, jam quidem pars illa tubi non deſinit eſſe vacua, aliquid tamen de ſpatio amputatur. A calore quippe foris adfluente partes hydrargyri tenuiores diſſolvuntur; illæ vero ſolutæ & ſeparatæ non totum pervadunt vacuum, ſed, quia pondus habent, infra ſubſiſtunt, arctiſſimeque cohærent hydrargyro, cujus ſuperficiem eatenus diſponunt & deprimunt, donec idem ſit pondus hydrargyri cum incumbente vapore ſeu effluvio ſuo, atque antea erat ſolius hydrargyri.

CAPUT X.

Solvuntur argumenta vacuum oppugnantium.

NUnc videamus quænam illa ſit virtus quæ efficit ut aquæ ad pedes $31\frac{1}{2}$ in antliis adſcendant, hydrargyrus vero ad pedes duos & quadrantem, cæterique liquores pro ratione gravitatis ſuæ, ita nempe, ut ſemper portio contenta tubis æqualem canalem habentibus, ejuſdem ſemper ſit ponderis.

Pedes

Pedes quippe $31\frac{1}{2}$ aquæ æquiponderant pedibus $2\frac{1}{4}$ argenti vivi. Hydrargyrus enim decima quarta ſui parte aqua eſt gravior. Eadem eſt ratio olei, bituminis, omniumque liquorum. Semper hæc ſibi conſtat ratio, ut quale ſit pondus liquoris ad liquorem, talis quoque in tubo ſit altitudo ad altitudinem.

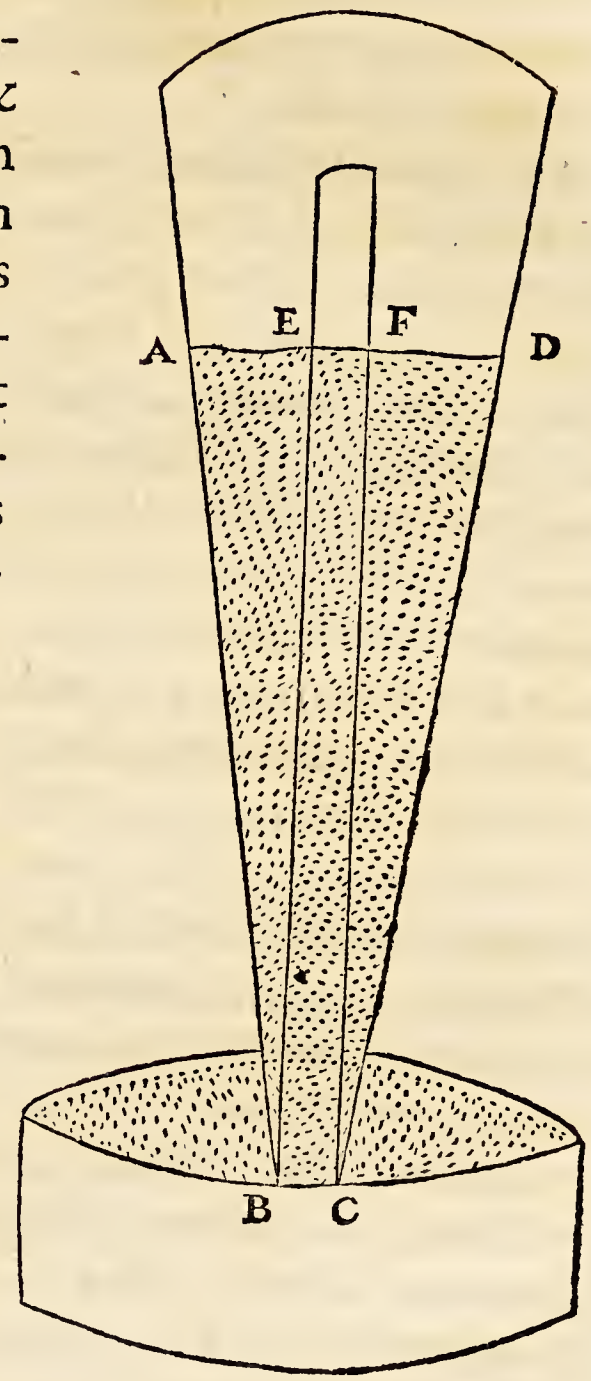
Hujus rei cauſa vulgo creditur, quod natura, ut dicunt, fugiat & horreat vacuum. Sed ſi vacuum non detur, ſtultum eſt dicere naturam fugere aliquid quod non ſit. Ubi ratio & experientia & ipſa demum natura loquuntur, illic nec Ariſtoteli, nec ulli mortali locus eſt. *Recte judicarunt* qui vim prementis aëris cauſam hujus phænomeni eſſe dixere, quantum nempe eſt pondus incumbentis foras aërei cylindri, ſeu potius coni coluri, tanti quoque eſt ponderis portio illa ſive hydrargyri, ſive aquæ, ſive alterius liquoris, quæ intra tubum ſuſpenſa eſt. Facile hoc ex eo colligitur, quod pro ratione altitudinis aëreæ, creſcat quoque vel decreſcat in tubo ſtatura hydrargyri. Altius ſurgit hydrargyrus in profundis fodinis quam in vallibus aut planitie: altius hic quam in montibus. Quod ſiquis ad ſupremam aëris ſuperficiem poſſet penetrare, ipſa docet ratio, hydrargyrum tubo contentum in eodem futurum libramento, in quo ſubſtiturus ſit hydrargyrus tubum ambiens.

Hæc cum ita ſeſe habeant, tamen viri docti non ita pridem ſolido argumento viſi ſibi ſunt demonſtraſſe vanitatem hujus opinionis. Putant quippe, ſi aër pelvi aut catino incumbens æquilibraret hydrargyro in fiſtula ſuſpenſo, neceſſario eventurum ut in anguſti oris fiſtulis altius adſcendat hydrargyrus, ac in tubis latiori præditis oſtio, quod quia non fit, ideo alias hujus phænome-

ni rationes reddere ſunt conati. Sed ſtaticæ rationes ad quas provocant, longe aliud jubent. Tubus ſive amplum ſive anguſtum habuerit canalem, æquali ſemper libramento ſuſtinet hydrargyrum. Pelvis ſimiliter quæ repleta eſt hydrargyro, ſive ampla ſive modica admodum fuerit tantumdem efficit. Non enim univerſus aër incumbens univerſæ pelvi ſuſtinet cylindrum hydrargyreum, ſed tantum illa aëris portio, quæ tubum proximè ambit. Quod ſi etiamnum accuratius ſcire velis quantillam partem hydrargyri in catino poſiti urgeat aër qui æquilibrium facit, hoc ſic poteris indagare. Ex diametro hydrargyrei cylindri collige aream circuli. Dein alium concipe circulum, qui eatenus diſtet ab exteriore tubi ambitu ut area comprehenſa inter hos duos circulos æqualis ſit prædicti cylindri areæ. Jam dico totam vim aëris prementis incumbere plano hujus annuli quo tubi exterior ambitus præcingitur, reliquum vero hydrargyrum, qui in pelvi continetur, nihil conferre momenti ad ſuſtinendum hydrargyreum hunc cylindrum, cum cæteræ hydrargyri aëriſque prementis partes, illa tantum urgeant puncta quibus perpendiculariter imminent. Quanto itaque major fuerit canalis, qui hydrargyrum admittit, tanto quoque majus erit ſpatium annularis plani.

Adjungamus & alterum argumentum quo vacuum expugnare conati fuere viri nonnulli eruditi. Dicunt nempe, ſi quis accipiat vitrum calathoides A B C D illudque hydrargyro impletum invertatur ac mergatur in vaſculo B C, hydrargyrum deſcenſurum ad eandem legem, atque in cylindro E B C F. Atqui tamen inquiunt oſculum B C magis premi debebat à toto hydrargyro A B C D, quam à parte ejus E B C F. Hinc con-

concludunt non esse aërem foras prementem qui hydrargyrum in calathoide & cylindro sustineat, si enim hoc esset, hydrargyrum in calathoide longe inferius descensurum quam in cylindro. Sed valde errant qui sic ratiocinantur. Osculum enim BC non magis premitur à toto hydrargyro ABCD, quam à parte illa quæ cylindro EBCF continetur. Hydrargyrus quippe qui est ad ostiolum BC non premitur nisi ab illo hydrargyro qui ad perpendiculum huic imminet, quemadmodum etiam in aliis contigit corporibus. Pondus itaque AEB quod non est perpendiculare ostiolo, premit latus AB & similiter Pondus FDC sustinetur à latere DC.



Alterum quoque argumentum petunt à subsultatione hydrargyri, quando primum tubus invertitur; verum istud multo etiamnum prioribus est infirmius. Nam quod putant nullam huic reciprocationi causam posse adsignari, in eo omnimodo falluntur; ratio enim hujus subsultationis hæc est, quod hydrargyrus cum primum descendit, ipso lapsu gravitatem acquirat, & quanto altius

tius decidat, tanto quoque inferius deſcendat, donec poſt aliquot reciprocationes cum aëre foras incumbente faciat æquilibrium.

Leve quoque & hoc quod objiciunt, ſi è vitrea ſphæra aut alio vaſe aër exhauriatur, quanto magis is exhauſtus fuerit, tanto major naſcatur labor in extrahendo reliquo aëre; unde concludunt, cum vacuum, utpote non ens, nullas habeat facultates, non poſſe ab eo retineri aut aſſarium aut piſtillum antliæ: manifeſte igitur retineri ab aëre reſiduo. Verum id omnino aliter ſeſe habet. Non enim vacuum aut huic permiſtus aër retinent aſſarium aut antliam, ſed aër foris incumbens, qui quanto magis evacuatur aër incluſus, & imbecillior fit ad reſiſtendum, tanto gravius incumbit aſſario, tantoque fortius piſtillum deprimit & intro agit.

Leve quoque & hoc quod dicunt non poſſe ulla antlia totum exhauriri aërem. Hujus enim rei ratio manifeſtior eſt quam ut explicari debeat. Cum enim pars tantum aëris ſphæra vitrea incluſi tranſeat in antliam, & proportionalis ſemper eſſe debeat aër effluens in antliam ad aërem remanentem in ſphæra; quis non videat diviſionem hanc poſſe fieri in infinitum, ac proinde hac ratione nunquam univerſum aërem poſſe evacuari? Sed vero in tubo hydrargyreo longe alia eſt ratio, in quo ſpatium prorſus vacuum relinquitur.

Quæ dico vera eſſe vel ipſa incumbentis aëris menſura oſtendit. Semper hæc ſibi conſtat ratio, ut quanto capacior ſit canalis tubi aut antliæ, quo incluſum aërem exſugere velimus, tanto potentior debeat eſſe virtus attractiva. Ex diametro & magnitudine oſtii antliæ ſeu cujuſcunque cylindri, in quo vel aqua vel hydrargyro vel alio modo vacuum efficere velimus, menſura potentiæ

tiæ accipi debet, ita ut unicuique unciæ adſignentur libræ $13\frac{25}{32}$. Tantum enim eſt pondus incumbentis & prementis aëris.

Siquis ſphæram æream medio diſſectam ita aptet ac muniat, ut hemiſphæria accurate confluant, & ſic ut aëri nullus pateat tranſitus, facile ex præmiſſa ratione intelliget quanta vis eſſe debeat, quæ, ſi aër exſuctus fuerit, hemiſphæria à ſe invicem poſſit divellere. Ponamus diametrum circuli ubi diſſecta eſt ſphæra, eſſe ſeſquipedalem ſeu unciarum octodecim, jam area plani circularis erit unciarum 196. Potentia igitur quæ hæc hemiſphæria divellere poſſit, futura erit librarum 2700 & pauxillum quid amplius.

Adeo vero firmiter hæc ſibi conſtat ratio, ut quocunque modo aliquis id ipſum velit experiri, eadem ſemper maneat menſura, ſive corpus unde aërem exhaurire velimus, ſit ſphæricum, ſive cylindricum, ſive etiam planum. Dummodo partes firmiter hæreant, eadem erit ratio ad diſtrahendas ſe mutuo contingentes ſuperficies.

Ex follibus undique obturatis, ex coriaceis ſegmentis aqua aut lotio maceratis, qualibus pueri ad attollendos utuntur lapides, aliiſque vulgaribus experimentis adſtrui hæc poſſit ſententia, ſed ſufficere puto ea quæ adduximus.

CAPUT XI.

Aëris altitudo oſtenditur.

HOc documento ſtabilito, metiamur nunc aëris ſive atmoſphæræ altitudinem, quæ facili ſatis hinc conficitur ratiocinio. Nempe obſervavere complures & in Galliis & in Italia hydrargyrum pro altitudine loci ma-

gis magisque descendere. Quamvis omnes illorum observationes necdum viderim, hoc tamen pro certo comperi, hydrargyri cylindrum ad viginti sex pollices & aliquanto amplius in planitie elevatum, in monte tribus pedum millibus edito, decreviſſe tribus circiter pollicibus. Sic itaque pergo, si tres pollices hydrargyri dant altitudinem pedum 3000, jam 26 pollices dabunt pedes 26000. Aëris itaque altitudo secundum hunc calculum, erit millium pass. $4\frac{2}{5}$ sive unius leucæ Germanicæ & $\frac{1}{12}$.

Aliquid tamen demendum de hac mensura, quia peccatum nonnihil fuisse censeo in montis altitudine colligenda. Nam uti docuimus alibi, qui instrumentis nulla adhibita refractionis ratione montes metiuntur, majus his adsignant perpendiculum, quam revera faciendum sit. Quantum autem ab hac summa sit auferendum, ut vera habeatur mensura, de eo in meteorologicis diligentius inquiremus. Hoc unum nunc significamus, hunc esse certissimum modum colligendæ & aëris & montium altitudinis, nec obstare inæqualitatem vaporum, quo minus hæc ratio vera maneat. Si pedum duorum & quadrantis tubum adsumseris, ubique terrarum altitudinem aëris ac illud præterea poteris cognoscere quantum à terræ abes superficie. Quod si in altis versere montibus, multo etiam breviore licebit uti tubo, qui nihilominus desiderio satisfaciet.

CAPUT XII.

Supra aërem esse vacuum, frustraque ibi aliud quæri corpus.

HIs ita constitutis clarum fit quantopere fallantur ii, qui triplicem aëris regionem faciunt, supremamque

mamque ad lunam & ſidera uſque producunt. Si ſupra atmoſphæræ ſuperficiem ſuccederet corpus aliud, utique id premeret atmoſphæram, nec ſpatium in tubo vacuum relinqueretur, cum nullum corpus ſit ſine pondere. At vero jubet ratio & oculus percipit, id quod ſupra hydrargyrum in tubo eſt ſpatium, eſſe ſine corpore & ſine pondere. Talia ergo ſunt etiam illa ſpatia quæ ſunt ſupra atmoſphæram.

Fruſtra vero argutantur nonnulli, & ætherem & auram neſcio quam ſubtilem excogitarunt, quæ pervadat omnia & vel nullum vel inſenſibile habeat pondus. Nempe putant lignum, corium & chartam poros habere adeo tenues ut aër intrare nequeat. Quia tamen vacuum in illis non admittunt, & recte quidem, ideo neceſſarium eſſe exiſtimant, ut ſubtilis quædam ſtatuatur materia, quæ hos meatus intrare & implere poſſit. Sed vero nihil imbecillius hoc argumento. Cum enim aqua, oleum & ipſum quoque argentum vivum hæc corpora facillime penetret, quis aëri tranſitum negaverit? Sublata itaque cauſa quamobrem talis materia ſtatuatur, ipſa quoque tollitur materia.

Multo vero abſurdior hæc reddetur opinio, ſiquis hanc materiam aut auram ſubtilem, compactum & conſtipatum eſſe dixerit corpus, uti nonnemo nuper adſtruere eſt conatus. Nempe putat ille auram iſtam ſubtilem, quamvis vitrum cribri inſtar penetret, ubi tamen aër fuerit exſuctus, & premitur undique ſphæra vitrea ab ambiente aëre, non eadem facilitate qua ingreditur denuo egredi, ſed remanere & ſuſtentare latera ne collabantur. Sed quid eſt nugari ſi hoc non ſit?

Sufficere hæc debebant ad convincendam eorum ſententiam, qui nihil inane, ſed omnia corporibus plena

esse existimant, quo tamen magis hæc opinio ex animis quorundam exstirpetur, hæc & plura alia addi possint: Si non foret vacuum, sed omnia intermundia aëre aut alia materia essent repleta, lumen ubique cerneretur, astra vero non cernerentur. Refractio radiorum omnia turbaret, quæ tamen nulla est in locis supra aërem. Siderum stellarumque motus rapidissimi non constarent. Nec continuus nec æquabilis esset illorum gyrus, præsertim si nova subinde non succederet & instaret potentia. Stridor terræ aërem perrumpentis & permeantis exaudiretur. Cum vero nihil horum eveniat, superest ut tellus & reliqua sidera moveantur in vacuo. Non alibi quam in solo vacuo datur motus continuus & æquabilis. Semel mota corpora semper illic moventur, donec vel interno vitio, vel Dei voluntate, cessent rotari.

Plura de vacuo dicenda supererant, quomodo nempe hujus beneficio multa fieri possint vitæ humanæ perquam utilia, multa item damnosa; sed quia ad præsens minus faciant institutum, hæc ipsa in aliud tempus reservabimus.

CAPUT XIII.

Qualis sit lucis motus in vacuo.

COnstituto tandem vacuo redeamus ad lucem, ac videamus, quo pacto illa in vacuo subsistat, quoque in eo moveatur modo. Creditur vulgo lumen non adesse ubi nihil est quod luceat. Verum non succedit ratiocinium hoc, Non adparet, ergo non est. Ne in puro quidem aëre lux est visibilis, nemo tamen in eo lumen esse negaverit.

Quod vero dicunt, locum ubi lumen sit, non esse perfecte

fecte vacuum, iſtud tantum abeſt ut negare velim, ut etiam adfirmare audeam, nullum eſſe punctum in rerum natura, in quo non ſint infiniti motus vere & realiter, ut loquuntur, exiſtentes. Concedo hac ratione nihil in rerum natura eſſe vacuum. Sed vacuum cum dicimus, intelligimus locum in quo nullum ſit corpus. Lucem vero diximus eſſe incorpoream.

Jam vero quod dicunt, abſurdum eſſe motum ſtatuere, ubi nihil eſt quod movetur ; ipſum id nobis quoque abſurdum videtur. Sed lux, ſonus, anima, odor, vis magnetica, quamvis incorporea, ſunt tamen aliquid. Ut itaque fatemur non poſſe moveri corpus, niſi corpus præſens ſit, ita viciſſim cenſemus res incorporeas, ſive illæ è potentia corporis procedant, ſive ſua ſponte ſubſiſtant, poſſe moveri in vacuo.

Corruit & hoc quoque, Ubi nullus eſt contactus, ibi nullum eſſe motum. In ſpeculo, etiam in uno puncto, mille imagines ſe mutuo contingentes, poſſunt exiſtere. Eſt ergo contactus etiam in incorporeis.

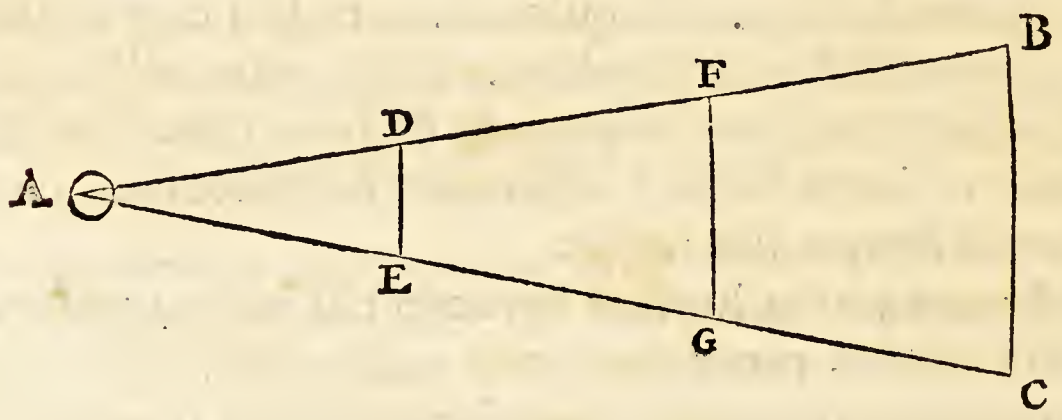
De modo vero quo lumen trajicit ſpatia vacua, nequaquam dubitandum, quin omnes radii à corpore lucido ſparſi recti ſint & ſimplices. Quia enim nullum corpus occurrit ad quod impingant & à quo reflectantur, ſequitur etiam ut luminis effluvium ſit uniforme, continuum & ſemper ſibi ſimile.

Motum autem luminis in vacuo eſſe inſtantaneum, ex iiſdem conſtat rationibus, cum enim nihil ſit quod motum hunc moretur, ſtatuendum neceſſario, lumen ſimul exiſtere cum lucente corpore, radios ejus ſtatim integros adparere, nec ſucceſſive prius vicina quam remota, ſed eodem temporis puncto omnia ſimul colluſtrare. Si lux corpus eſſet, ſecus contingeret, cum nullum corpus

ſimul duobus locis eſſe poſſit. Sed corporis lucentis imago, id eſt lux, cum ubiq; præſens eſſe poſſit, & omnia puncta illuſtrata imaginẽ corporis lucentis contineant, ſequitur neceſſario, lumen moveri in inſtanti.

Ex eo autem quod in inſtanti tota producatur lux, ſequitur etiam lucem in infinitum progredi ſi nulla obſtent corpora. Scio quidem aliter opinari complures qui de luce ſcripſere, qui radiationem per lineas fieri, ac alios radios aliis longiores, omnes tamen finitos eſſe exiſtimant; verum horum ſententiam nequaquam probo. Lucis eſſentia continua eſt, neque conſtat è partibus aut lineis, neque debent nos fallere radii adparentes circa ſidera ac candelas, illi enim formantur à pilis palpebrarum. Ut ſciamus lucem radiare in infinitum, ſufficit hoc ſaltem conſiderare, quod quantumvis longe ab origine progrediendo magis magiſque diſſipetur lux, nihil tamen ex hac pereat, ſed ſemper recolligi poſſit eadem qua exit quantitate, idque in quacunque diſtantia.

Eſto vel Sol vel quodcunque aliud lucidum A, unde



procedant radii comprehenſi angulo B A C. Dico in quocunque intervallo colligantur radii, æqualem ſemper fore luminis portionem. Quantum enim illuſtratur D E, tantum quoq; luminis continetur in F G, vel B C, con-

constabitque hæc ratio in infinitum, dummodo idem maneat angulus, & pro mensura distantiæ crescat quoque mensura objecti quod illustratur, sive illud sit speculum sive lens crystallina, sive quodcunque aliud sphæricum vel concavum vel perfectum.

CAPUT XIV.

Quid luci contingat in ingressu corporum.

AC talis quidem est lucis natura in spatiis inanibus, pura nempe, incorporea, invisibilis, infinita recta promanans, & in instanti, nisi ubi corpora obstant, omnia implens. Nunc videamus quid lumini eveniat in ingressu aëris, vitri, aquæ, cæterorumque pellucidorum corporum. Alias hic rerum vices succedere & excepto tantum eo quod incorporea maneat, cæteras lucis facultates immutari, nemo, ut opinor, diffitebitur. Radios namque inficit qualitate corporum quæ aut penetrat aut adtingit saltem, apud omnes in confesso est.

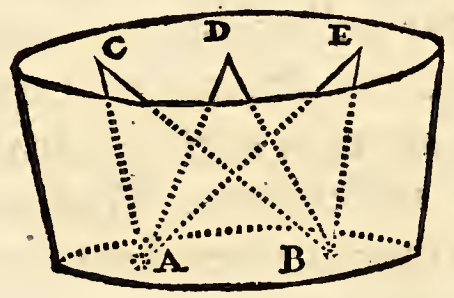
Tum quoque visibile fieri lumen admittunt plerique. Quamvis enim in aëre raro & tenui non percipiantur radii, constat tamen eosdem fieri perceptibiles, si aër paulo fuerit constipatior. In aqua & vitro aliisque solidis pellucidis id ipsum multo clarius adparet. Manifeste in illis lumen cernitur, & quidem tanto clarius, quanto corpus illustratum magis fuerit solidum.

Radios non ut ante in vacuo recta progredi, sed frangi & repercuti pro ratione materiæ quam adtingunt, & hoc quoque notum est. Verum modus & ratio quam natura servat, dum obvia quæque corpora lumine suo perfundit, hactenus quod sciam compertum est nemini. Scripsere quidem complurimi de hac re, vexatissimaque est illa opticæ pars quæ agit de refractione, sed peccavere

plerique

plerique in ipſa principia dum refractionem tantum in ſuperficie fieri contendunt, radiumque perpendicularem irrefractum penetrare, nihilque omnino pati exiſtimant. Operæ itaque pretium fuerit aliquanto hic diutius immorari, rationemque reddere, qua & illorum error palam fiat & ſimul veritas eluceſcat. Omnium opiniones recenſere nihil hic adtinet, abunde id præſtitere alii: Sufficiat de opinione Carteſii, quæ maxime recepta eſt hoc ſeculo, pauca dicere.

Duas is proponit ſimilitudines, quibus motum luminis per corpora explicare conatus eſt. Prior hæc eſt.



In lacu calcatis uvis pleno, infra vero in A & B perforato, dicit particulas vini quæ hærent circa C, eodem momento ſimul ac foramen A patuerit, recta deſcenſum ad illud affectare & ſimul ad foramen B. Mox ſubdit, *eodemque tempore quæ circa* D *&* E *per hæc ipſa foramina deſcendere properant; ita tamen ut nulla harum actionum alteram impediat, & ne ipſi quidem ramuſculi immixtorum ſcaporum reſiſtant.*

Sed craſſus hic profecto eſt error. Nullum enim corpus ſive fluidum, ſive ſolidum, ſive ex utroque mixtum, in tali ſitu diverſis locis premere poteſt. Puncta inferiora ab iis tantum punctis premuntur quæ perpendiculariter inferioribus imminent. Si vas pertuſum aqua impleveris, quot foramina infra aperueris, totidem cava perpendicularia in ſuperficie aquæ conſpicies.

Quod autem facit differentiam inter motum, & propenſionem ad motum, & hoc quoq; OEdipo opus habet. Natura non habet propenſionem ut illuc moveatur, quo

ire

ire non poteſt. In vaſe pertuſo aquæ nulli imminentes foramini, non urgent exitum; deſcendunt tantum ad cavitates ſuperficiei implendas. Illic demum perpendiculares factæ urgent aquas exeuntes, & ſimul ipſæ exeunt.

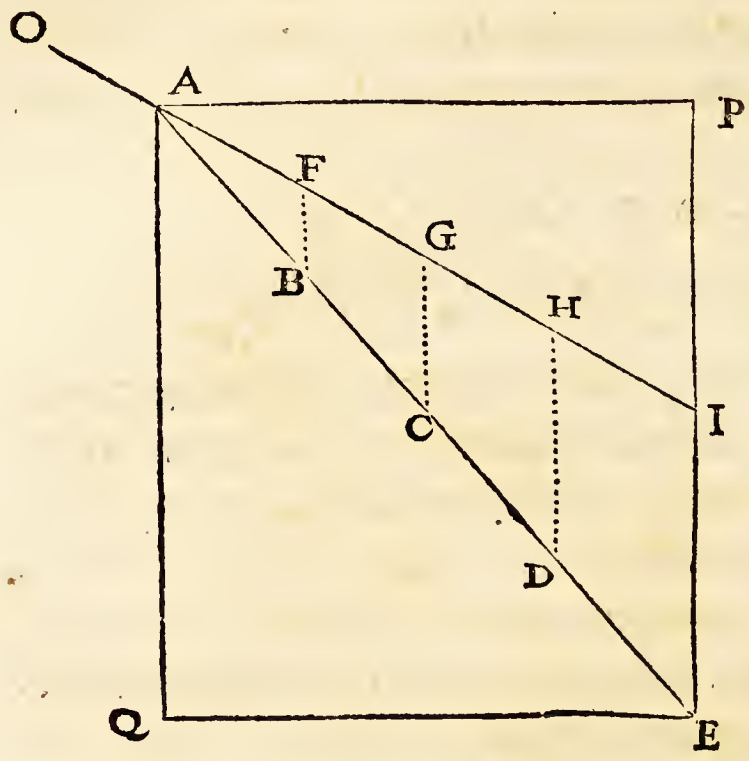
CAP. XV.

Refractionem non fieri in ſuperficie.

ALtera ſimilitudo qua lucis naturam explicare conatur, deſumta eſt ex motu pilæ: prout enim hujus inclinatio regitur ad modum ſuperficiei quam vel adtingit vel penetrat, eodem modo putat vel reflecti vel refringi lumen. Hac comparatione quamvis ante Carteſium uſus quoque ſit Keplerus, multis tamen nominibus peccat, nulloque prorſus modo poteſt defendi. Licet enim ſupponamus pilæ motum ſemper æqualem, hoc eſt infinitum, nihil tamen habebit ſimile cum radiis lucis, non ſucceſſive ſed in inſtanti promanantibus. Modum præterea & rationem refractionis adſecutus non eſt, cum in ſola ſuperficie refractionem fieri exiſtimat, ac linteo ſupra aquam vel aërem extenſo comparat. Scio quidem communem omnium opticorum eſſe opinionem lucem in ſuperficie tantùm frangi, quia nempe radii refracti à radiis veris quoad oculum ſeparari videntur ſimul ac denſius diaphanum ingrediuntur, tantum tamen abeſt ut hoc ita ſeſe habeat, ut potius contrarium verum ſit, nihilque omnino in ſuperficie corporis diaphani patiantur radii.

Sit vas aqua plenum PQ. Oculus in O. Radius verus ABCDE. adparens AFGHI. Dico luci ex O in A promananti nihil contingere in ipſa ſuperficie A, ſed demum poſtquam ſuperficiem tranſiit, in ipſa aqua fieri

ſeparationem radii adparentis à radio vero, idque pro ratione & copia aquæ quæ oculum & rem ſub aqua viſam intercedit. Itaque oculo in O conſtituto, nummus aut annulus B refractus comparebit in F. Idem nummus ad punctum C merſus adparebit refractus in puncto G. Pari ratione punctum D in H, & E in I refracte videbitur, ſemperque hæc conſtabit ratio in omni radio tam perpendiculari quam inclinato, ut pro ratione intervalli, quo diſtat res ſub aquis viſa ab aquæ ſuperficie, creſcant quoque vel decreſcant refractionis leges. Itaque quemadmodum ſeſe habet A B ad B F, ſimiliter quoque ſe habebunt A C ad C G, item A D ad D H & A E ad E I.



Valde ergo errant illi, qui ex eo quod radius adparens A I in recta ſit linea, neceſſario conſequi exiſtimant, lucẽ in ſumma tantũ pati ſuperficie, reliquum vero corpus diaphanum tranſire abſq; ulla offenſione. Si hoc verũ ſit, cur quæ ſub aquis videntur, non ſuo adparent loco? Quidnam hic ſuperficies poteſt? Qui ſic ſentiunt, nihil pro ſe adferunt, quod non ſit valde frigidum. Ex noſtra vero demonſtratione clarum fit radium ad parentẽ A I non accipere directionem ſuam à ſuperficie A P, ſed ab ipſa aqua, quæ cum homogenea ſit, æqualiter ubique lucem & radios tranſmittit.

Hoc

Hoc ut manifestius explicem, dico, etiam illic radios refringi, ubi nulla est superficies. Qui sub aqua versantur, pleraq; sub aquis sita, quarta circiter parte propius abesse putant. Sed & in aëre constituti omnia nobis viciniora adparere alibi satis, nisi fallor, luculenter ostendimus.

CAPUT XVI.

Refractionem fieri etiam in perpendiculari.

VEniamus nunc non ad unius Cartesii, sed ad communem omnium opticorum errorem, putantium radios oblique incidentes refringi, solum vero perpendicularem nihil pati, sed integrum & irrefractum usque ad fundum medii densioris penetrare. Ut itaque hujus quoque phænomeni veritatem cognoscas, accipe vas aliquod recto & perpendiculari præditum labro, impleas hoc aqua: dein sic constituas oculos ut uno interiorem labri oram, altero exteriorem possis contueri. Hoc facto, vel solis oculis poteris colligere fundum vasis multum adsurgere. Ut tamen scias, quanto fundus adparens vero fundo altior videatur, immitte in vas nummum argenteum, ita ut oram labri contingat. Alium dein similem adplica exteriori labro & fac ut inter utrumque nummum solum intersit labrum. Quia vero in simili intervallo res sub aquis visæ majores & propiores adparent, necessario nummus qui exteriorem oram stringit minor & remotior videbitur. Attollas itaque hunc eo usque donec pari magnitudine & intervallo uterque nummus se spectandum præbeat. Notes dein quam accuratissime locum in exteriore labri ora, invenies illum quadrantem circiter de altitudine totius aquæ amputare. Tanta itaque est refractio luminis & radiorum perpendiculariter advenientium. De his or-

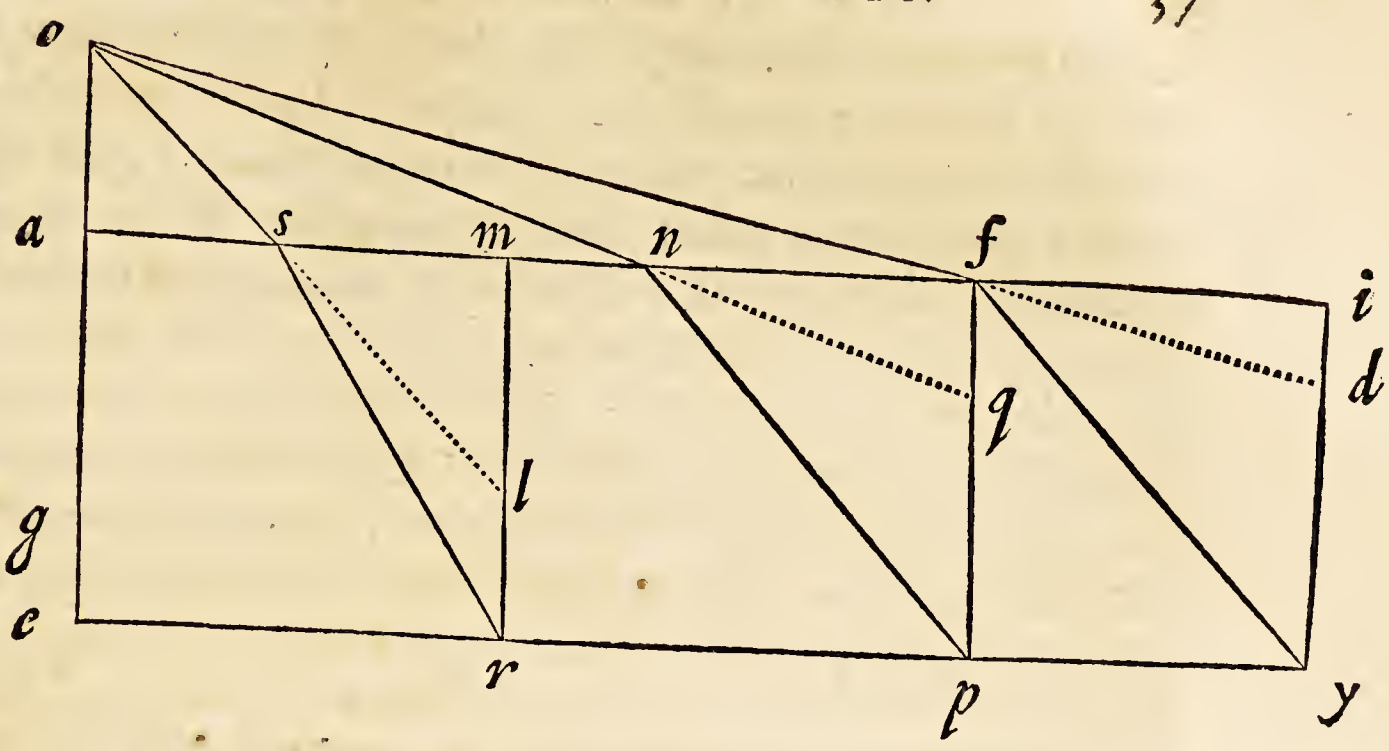
ta Bruxellis ante quinquennium circiter apud Sereniſſimam Suediæ reginam controverſia cum noſtram propoſuiſſem ſententiam, tantum abfuit ut adſenſum impetrarem, ut potius me in principia peccare adfirmarent. nullam enim, inquiebant, eſſe Optices ſcientiam ſi convellantur hæc duo Effata, quibus ſtabilitum ſit refractionē fieri in ſuperficie tantum, & præterea perpendicularem nullam pati refractionem. Prius tamen viſi ſunt tandem agnoſcere, perſuaſi potiſſimum iis quæ olim ad Melam annotavimus. Alterum vero, refractionem nimirum perpendicularis, nullo modo admittere voluerunt. Oculorum tamen indicio convicti, de vocabulo litem movere cœperunt dicentes incidi quidem radium, non tamen frangi. Verum ex iis, quæ mox dicentur, manifeſtum fiet, ut ſpero, idem accidere perpendiculari radio, quod inclinato, nec hunc magis quam illum frangi.

Porro priuſquam ad alia refractionis pergam phænomena, prætерire non poſſum inſignem Willebrordi Snellii obſervationem, quæ unice ſententiam noſtram confirmat. Quantus vir ille fuerit in univerſa matheſi, quamvis ex iis quæ palam proſtant ſcriptis ſatis colligi poſſit, multo tamen idipſum clarius conſtaret, ſi fata permiſiſſent illa quoque perficere, quæ utique perfeciſſet, ſi vel paulo diuturniorem Deus vitam indulſiſſet. Inter alia vero præclara quæ reliquit monumenta, ſuperſunt quoque tres libri optici, quorum uſuram ſuperiori hyeme conceſſit mihi filius ejus.

Quia illi necdum prodierunt in lucem, digniſſimi tamen qui prodeant, adponam hic theorema, quo nullum in tota optica nobilius & utilius exſtat. Sic vero ſe habet.

Radius incidentiæ verus ad adparentem in ejuſdem generis medio, rationem ſemper habet eandem.

Sit



Sit vas parallelepipedum aqua plenum A E I Y. Oculus in O positus rem in E sitam non videbit in loco suo, sed altius, nempe in G. Quamobrem in aqua alius est radius verus A E, alius adparens A G. In reliquis qui ad perpendiculum non inspiciuntur, eadem omnino est ratio. Sit enim res obliquè spectata R, ea per R S, inde per S O, refracte ad oculum O venit. Jam vero etsi res intra aquam per R S fluat, tamen per S L in directum ipsius O manare videre, & oculus rem non in R, sed in L se videre existimat in perpendiculari M R. Unde efficitur radium verum R S, adparentem vero esse S L. Aio igitur Deum unicum & optimum naturæ architectum hanc legem radiis diversa media permeantibus præscripsisse, ut omnes omnino radii veri & apparentes eandem semper inter se servent analogiam. Quemadmodum itaque in perpendiculari, verus radius A E se habet ad suum apparentem A G, ita quoque se habet S R verus radius, ad adparentem S L, & similiter N P ad N Q, item F Y ad F D.

Quantam utilitatem habeat hoc theorema, nemo optices ſtudioſus non ſtatim percipiet. Vel hujus ſolius beneficio innumeræ poſſunt ſolvi quæſtiones, quæ ab opticis moventur, nec tamen explicantur. Hinc quoque facile colligi poteſt qualis ſit illa linea quam in aqua & vitro deſignat refractio, quam alii conicam, alii hyperbolicam, alii denique parabolicam eſſe voluerunt. Sed ſi lineam duxeris, quæ per GLQD & ſimilia extrema adparentis lineæ puncta tranſeat, longe id ſe aliter habere intelliges. Una quippe linea recta tribus diverſis punctis ſecare poteſt hanc refractariam. Hinc clarum fit eſſe conchoidem, non quidem Nicomedeam aut Antinicomedeam, ſed aliam ſui generis, cum ſint ſeptem diverſa conchoidum genera. Verum de his videatur prædictus Snellii liber, qui jam dudum lucem meretur.

Cap. XVII.

Quomodo fiat refractio, & qua proportione.

REdeamus nunc ad Phyſicam, & inquiramus, quænam ſit naturalis ratio quamobrem radii ad occurſum corporum ita afficiantur. Diximus lumen in vacuo non adfici nec pati quidquam, inviſibiliter tamen in eo eſſe. Quod lux fiat viſibilis id totum corporibus debetur, illa quippe ſunt tanquam inſtrumenta per quæ lumen ad ſenſus noſtros adpellit. Quanto vero corpora ſint denſiora & ſolidiora, modo fuerint pellucida, tanto efficacius & viſibilius lumen illis adeſt ſi illuſtrentur. Itaque lux eſt viſibilior in aqua quam in aëre, in vitro & cryſtallo vero viſibilior eſt quam in aqua. Veruntamen quanto denſiora ſunt illa ſubjecta in quæ lux agit, tanto plus patitur lux. Retunduntur enim radii à reſiſtentia cor-

corporis, & ſi ad perpendiculum incidunt, minus longe progrediuntur, ſed in ſe conduplicantur: ſi incidant obliquè, alio reſiliunt & tum quoque, licet minus, debilitantur. Manifeſte hoc videre eſt in baculo aquis ex parte merſo, quem ſi ad perpendiculum inſpexeris, portio aquis merſa, quanto profundior fuerit, tanto exſtantior & craſſior adparebit. Nam cum corpora in aqua quoad viſum eleventur, de lumine vero nihil perire poſſit, neceſſarium eſt, ut totum id quod longitudini decedit, latitudini addatur.

Cæterum leges quibus inciduntur & retunduntur radii à corporibus, ex ipſorum corporum denſitate ſunt petendæ. In adamante engyſcopiis adjutus comperiſſe mihi videor radium adparentem dimidia fere parte breviorem eſſe radio vero. In vitro radius adparens una tertia brevior eſt radio vero. In aqua radius adparens una quarta brevior eſt radio vero. In aëre radius adparens una tantum octingenteſima parte brevior eſt radio vero: octingenties enim circiter aqua denſior eſt aëre. Semper itaque refractionum menſura eſt colligenda non ex menſura & extenſione ſpatii, ſed ex menſura denſitatis corporum. In denſiſſimis corporibus maxima fit refractio, in rariſſimis minima, in vacuo vero nulla.

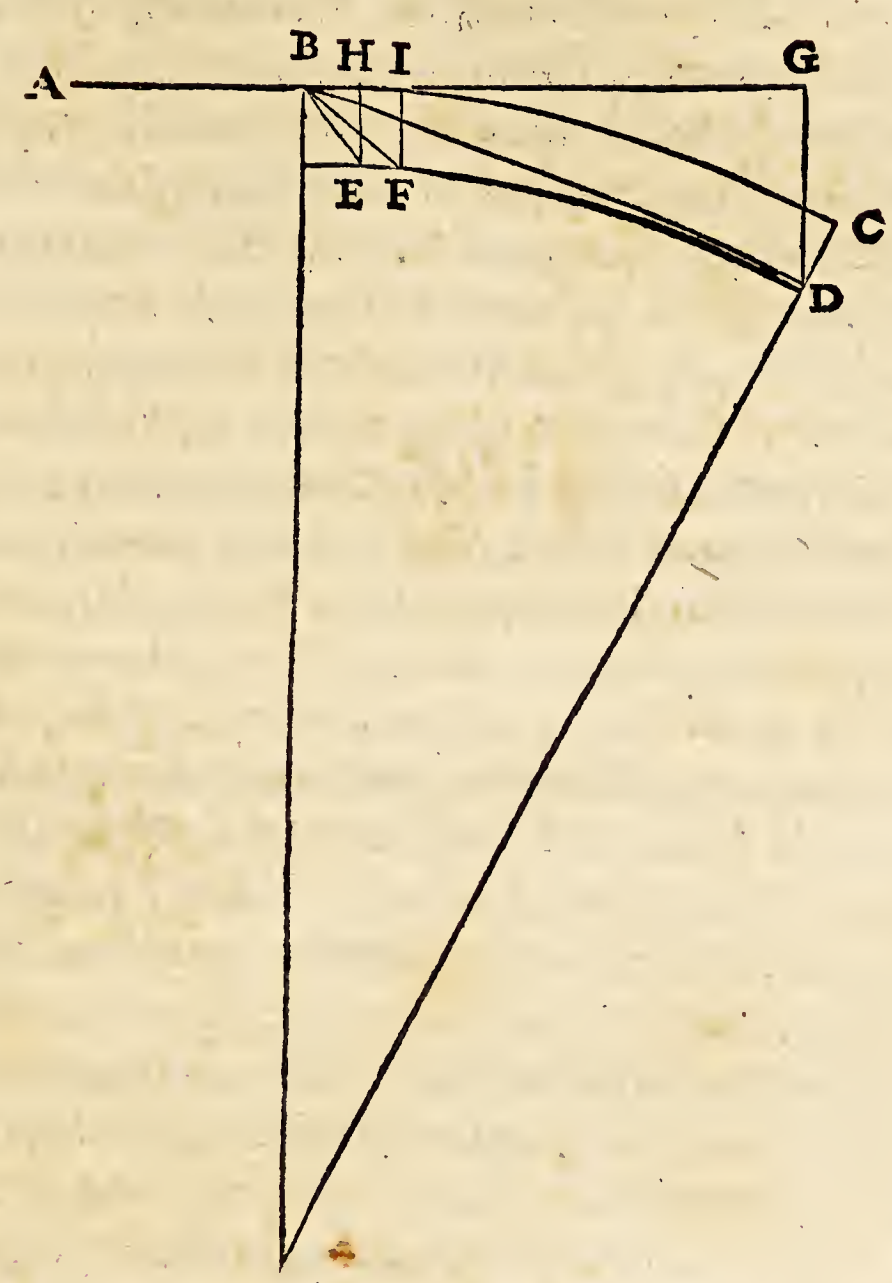
CAPUT XVIII.

Solis & montium refractio quomodo fiat.

MIrum procul dubio videbitur cum tantilla ſit refractio in aëre, qui fieri poſſit, ut vera ſint ea, quæ de longinqua montium adparitione alibi ſcripſimus. Verum facile ſe hinc explicabit ſiquis ad naturam refractionis adtendat. Duo ſunt conſideranda in hac, unum

id

id quod jam diximus, nempe radium quomodocunque incidentem ſemper breviorem videri, in aqua quarta ſui parte, in reliquis corporibus illa fere qua diximus proportione. Verum hæc ratio non ſufficit ad probandum phænomenon noſtrum. Licet enim merito ſtatuamus, refractionem in aëre terris vicino multo eſſe majorem prædicta menſura, propter denſiorem mixturam vaporum, ſolus tamen hic effectus præſtare non poteſt, ut montes & ſol tam alte ſub horizonte merſi denuo in adſpectum veniant. Recurrendum itaque ad alterum refractionis effectum, illum nempe qui facit, ut quanto longius à perpendiculari diſcedant radii incidentes, tanto altius reſiliant, & tanto majorem efficiant refractionis angulum. Hæc ſola ratio ſufficit ut montes & ſidera multum infra horizontem depreſſa denuo compareant, & hoc ipſum quod exigua admodum ſit aëris refractio, præcipua hujus phænomeni cauſa eſt. Solida enim diaphana aut denſa valde, deſinunt eſſe diaphana ſi nimium extendantur & dilatentur : & ut id aliter foret, tamen radii priuſquam ad oculos pervenirent, impacti in terram neceſſario deficerent. Conſtituatur oculus extra atmoſphæram exienſque ab eo radius AB impingens in partem atmoſphæræ BCDE ad punctum B, manifeſtum eſt hunc radium ſi impingat ad punctum B non progredi ad punctum G, ſed frangi & ingredi atmoſphæram. Jam vero ſi tanta eſſet atmoſphæræ refractio, atque eſt vitri, clarum eſt illum non longe progreſſurum ſed declinaturum terram verſus ad punctum E facto angulo GBE gr: 48. min: 11. tanta quippe eſt maxima in vitro refractio. Oculus itaque A videbit punctum E refractum ad punctum H. Si atmoſphæræ tanta eſſet refractio atque eſt aquæ, aliquanto



quanto longius progrederetur prædictus visorius radius nempe ad punctum F, facto angulo G B F gr: 41. 24. Ac tum quidem punctum F refractum adparebit ad punctum I. Neuter itaque radiis perveniet ad punctum D. Sed vero cum aëris minima sit refractio, longe ulterius progredietur visus, & pertinget ad D per lineam B D, tumque res ad D posita, ab oculo A videbitur in G.

Hinc facile solvitur famosa illa quæstio quæ multos

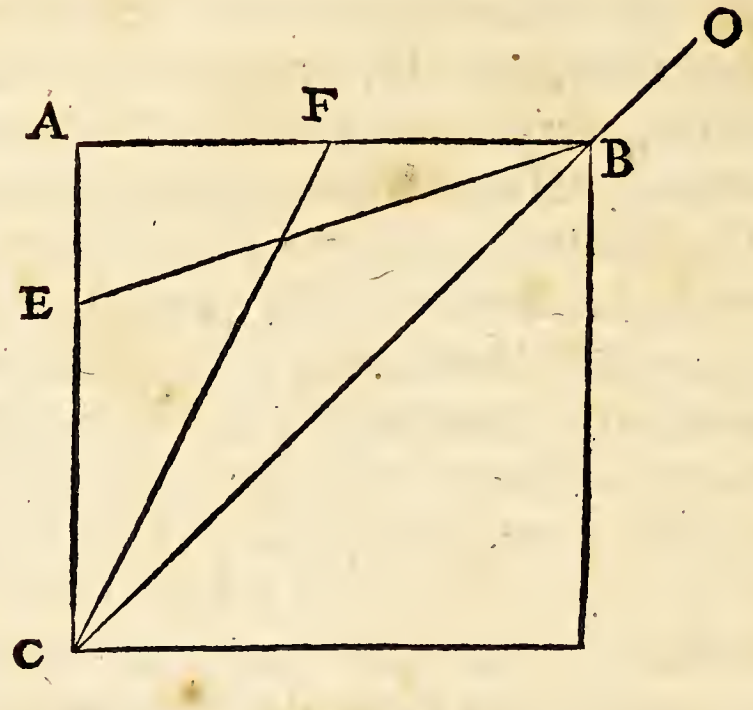
hactenus exercuit astronomos, unde nempe fiat, ut Canopi sidus alia lege Rhodiis, alia Alexandrinis oriatur. Cum enim Rhodus absit ab æquinoctiali gradibus 36, Alexandria vero gradibus 31, manifestum est discrepantiam latitudinis quinque duntaxat esse graduum. Atqui tamen si oculis & omnium antiquorum auctoritati credere velimus, longe majus debeat esse horum locorum intervallum. Canopus quippe cum Meridianum attingit, quarta parte signi, id est septem gradibus cum semisse, supra horizontem exstat Alexandriæ: idem vero Rhodi horizontem stringit, vixque è locis editis ad breve tempus est conspicuus. Snellius in Eratosthene hanc discrepantiam inde profectam putabat, quod qui Rhodi Canopum orientem observavere, non adtenderint ad altitudinem montis Ataburii Rhodo à meridie oppositi. Itaque existimabat Canopum à Rhodiis videri, non cum horizontem tangit, sed duobus demum gradibus supra horizontem provectum, quando nempe supra montis culmen emergit. Sed error hic nimium crassus est quam ut in eum Eudoxus, Posidonius ac tot alii præstantes Mathematici impingere potuerint. Mons Atabyrius non ad octo tantum, ut ipse credit, sed ad tota quindecim stadia in perpendiculari altitudine referente Gemino adsurgit. Præterea mons iste Rhodiorum civitati non ad austrum, sed ad Septentrionem situs est, est quippe is qui vulgo S. Filermi adpellatur. Ipsa vero civitas liberum prospectat pelagus, cum sita sit in parte insulæ maxime orientali, longeque satis in mare excurrat. Keplerus aliter hanc difficultatem solvere conatur in paralipomenis ad Vitellonem. Putat quippe Canopum aliquot gradibus citius Alexandrinis oriri propter refractionem quam efficiant pluviæ ad montes Lunæ, unde Nilus oriatur. Verum hæc ratio

non

non tantum omni caret colore, ſed & abſurda eſt prorſus. Bis mille paſſuum millibus abſunt ut minimum montes lunæ ab Alexandria. Ut præterea Sol maturius videatur, obſunt, non proſunt pluviæ. Si cœlum nubilum ſit vel pluvium, vel non adparet ſol, vel ſaltem tardius adparet. Prorſus itaque contraria huic phænomeno ratio eſt adſignanda, atque ſit illa quam Keplerus adduxit. Nempe quia Alexandriæ à meridie cœlum ſudum & ſerenum obtenditur, ideo à longiori tractu ſidera refracta viſuntur. Denſior enim & humidior aër efficit quidem ut prope poſita majorem patiantur refractionem, ſed vero ut res longe diſſitæ ad adſpectum perveniant, neceſſarium eſt, ut minor fiat refractionis angulus, uti ex præmiſſa liquet demonſtratione.

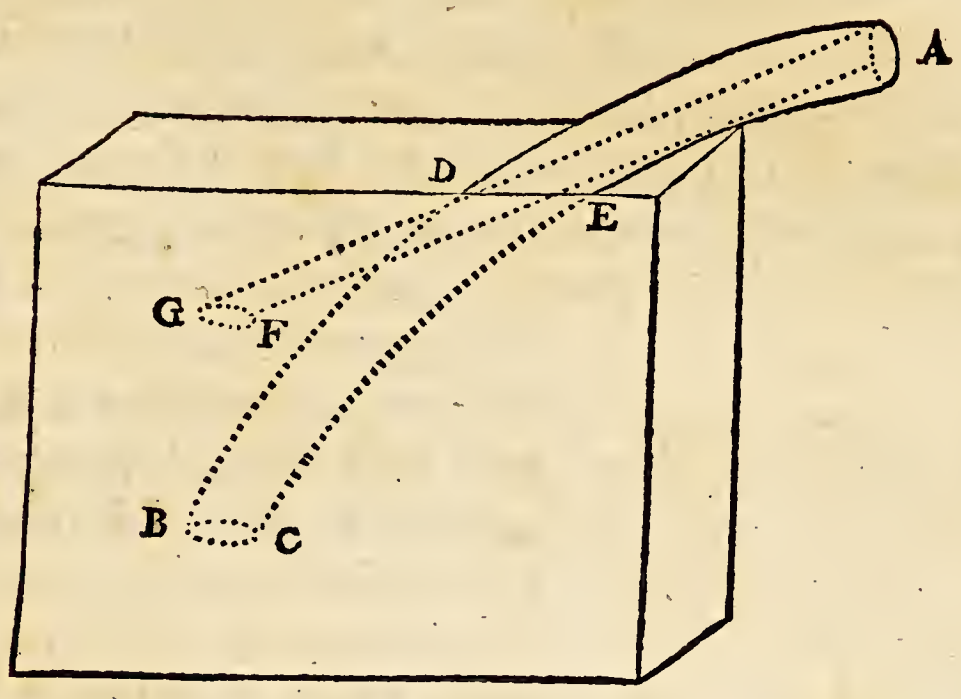
Hæc quamvis ipſa ratio dictare videatur, difficulter tamen admittuntur ab iis, qui non intelligunt quomodo res aliqua in atmoſphæra ſita poſſit videri extra atmoſphæram. Ut itaque ſubjectum eſſet, cui inhærere poſſit rei viſibilis imago, atmoſphæræ immenſam admodum tribuerunt altitudinem, aëremque ad quinquaginta & amplius paſſuum millia attolli dixerunt. Verum quam hoc ſit abſurdum, ex iis quæ alibi diximus, ſatis liquide patet. Quum vero putant imaginem rei viſibilis non poſſe videri, niſi etiam ipſa res viſibilis radiis aut rectis aut fractis locum adparitionis contingat, in eo quoque valde falluntur.

Oculus O videat rem C ſitam in fundo medii denſioris A B C. Quandoquidem vero imago rei refractæ ſemper videtur in concurſu perpendicularis rei refractæ & continuatæ lineæ refractionis, neceſſario res



visibilis C adparebit in puncto E. Auser spatium A F C aut obstrue tabella F C, nihilominus visibile C adparebit in puncto E.

Idem contingit in siphone aut tubo inflexo qui luculentum satis præbet exemplum quo pacto non sol tantum & sidera sed & montes & maria infra horizontem latentia denuo à nobis videri possint. Quamvis hoc alibi monuerimus, quia tamen nonnulli non satis hoc à nobis demonstratum existimarunt, clarius aliquanto id ipsum hic proponemus. Sit siphon curvus A B C manifestum est hunc non esse oculis pervium si in aëre teneatur. Idem vero si aquæ immergatur usque ad superficiem D E statim fiet pervius, & cum revera curvus sit, tunc rectus videbitur. Crus enim interius E C refringitur in E F. Crus exterius D B refringitur in G D. Foramen vero B C refractum comparebit in G F mutata rotunda figura in ellipsin. Totus itaque tubus ab oculo A inspectus pervius fiet & propemodum rectus videbitur,



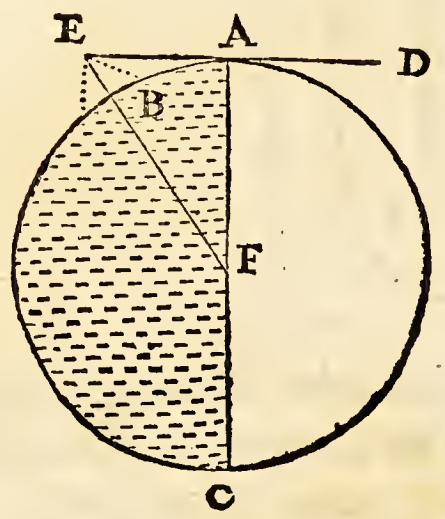
tur, idque tanto magis, quanto obliquius immergatur. Non vero ſatis adtendunt ad refractionum naturam, qui punctum B per lineam rectam in E dicunt refringi, ac ſic per aliam rectam ad viſum pervenire: res enim refracta ſemper adparet perpendicularis rei refringenti, ac unum quodque punctum linearum adparentium exacte imminet illis punctis à quibus ſpecies refringuntur.

CAPUT XIX.

Refractio in luna, & menſura montium lunarium.

TRanſeamus nunc ad lunam, & oſtendamus quod hic in terris idem quoque iſtic contingere, nec naturam adeo ſui diſſimilem eſſe, ut in ſphæra quæ quadragies hac noſtra tellure minor ſit, tam immanes exſtruxerit montes, ut iis comparati terreſtres propemodum colles videantur. Primus qui illos conſpexit Galilæus, idem etiam menſuram illorum prodidit, quam tali ratione indagare eſt conatus.

In parte obſcura lunæ vertices altiorum montium à ſole illuſtrati manifeſte cernuntur ad diſtantiam viceſimæ partis diametri lunaris remoti à confinio lucis & tenebrarum. Cum vero diameter lunæ ſit 2000 milliarium, qualium terræ diameter eſt 7000, jam quoque habetur montium lunarium altitudo, idque hoc pacto.



Eſto pars obſcura lunæ A B C. Solis radius veniens à D tangens terram in A & verticem montis in E. A E viceſima pars diametri eſt millium 100. Semidiameter vero A F millium 1000. Cum vero triangulum E A F ſit rectangulum, erunt quadrata laterum E A & A F, æqualia quadrato baſis E F. Junge itaque quadrata laterum & habebis aggregatum 1010000. Hujus radix quadrata major eſt quam 1004, & minor quam 1005. Ablato itaque F B milliarium 1000, remanet altitudo montis B E millium fere quinque.

Jam vero cum Galilæus nullum in hoc noſtro orbe montem plus unius milliaris perpendiculum habere exiſtimet, lunaribus vero montibus tribuat perpendiculum quinque fere millium paſſ. clarum eſt illum montibus lunaribus centuplo majorem attribuere molem, quam terreſtribus.

Tantum pondus in tam exili corpore, ſi telluris vaſtitatem reſpiciamus, cum nullam prorſus rationem habere videatur, non immerito multos permovit, ut dubitarent de hoc phænomeno. Diſſentiendi non levis cauſa fuit iſta, quod lunæ rota in plenilunio non dentata, ſed

ſed plena undique adpareret, quod utique non fieret, ſi vaſtis adeo turgeret montibus. Non defuere etiam viri præclari, qui accuratioribus inſtrumentis adjuti, ſpatium quod illuſtratos vertices & confinium lucis ac tenebrarum intercedit, acciderint, deque menſura montium multum abraſerint; efficere tamen non potuerunt, quin immenſa & incredibilis prorſus maneret altitudo. Complures quidem plurima dixere, nemo tamen veritatem quod ſciam attigit, à qua utique non aberraſſent, ſi refractionis habuiſſent rationem. Hæc ſola evincit eandem eſſe proportionem montium lunarium ad corpus lunare, ac ſit terreſtrium ad hanc noſtram terram. Oſtendimus jam olim, nullum eſſe montem in hoc noſtro orbe, qui ad tria paſſuum millia adſurgat. Oſtendimus etiam montes, quorum vertices infra horizontem ſubſident, refractos denuo videri, eorumque ſpeciem ad ſexaginta ac nonnunquam ad ſeptuaginta leucas Germanicas porrigi. Componamus nunc inter ſe hæc intervalla.

Montes lunæ ſecundum accuratiſſimam Hevelii menſuram videntur cum abſunt viceſima ſexta parte diametri lunaris. Diameter lunaris eſt leucarum Germanicarum 500. Apparent ergo illuſtrati montium lunarium vertices à leucis Germanicis 19.

Sumamus jam 26 partem diametri terreſtris. Illa vero eſt leucarum Germanicarum 1718. Hujus viceſima ſexta pars conficit leucas 70. Ad tantum igitur intervallum adparent montes terreſtres.

Quæramus etiam altitudinem montium lunarium. Illa ſic haberi poteſt. Ponamus in hac noſtra tellure ſummam montium altitudinem trium circiter millium paſſuum. Iam ſic pergamus; Diſtantia 70 leucarum in terris dat altitudinem 3, mill. paſſ. ſeu ſtadiorum 24.

quan-

quantum dabit in luna distantia 19 leucarum. Manifeste fient stadia $6\frac{1}{2}$. Tanta igitur est summa montium lunarium altitudo perpendicularis.

Hinc quoque colligitur, quanta sit moles montium lunarium ad montes terrestres. Ex perpendiculari lunæ fac solidum cubicum, erit illud stadiorum circiter 260. Iam vero cum ex hypothesi nostra summa montium altitudo sit minor tribus pass. mill. sive stadiis 24, sumamus 22. Solidum cubicum hinc fiet stadiorum 10648. Divide hunc numerum per priorem, nimirum 260. Efficies 40. Moles itaque montium terrestrium quadragies major est mole montium lunarium. Quanta igitur differentia est totius telluris ad totam lunam, tanta quoque est differentia inter montes terrestres & lunares.

Satis ex his colligi potest, nisi fallor, quantum errent illi qui putant lunæ globum siccum esse corpus, nec quidquam habere similitudinis cum hoc nostro orbe: itaque nec aquam, nec nubes, nec aërem istic esse, nec pluvias descendere, nec quidquam eorum ibi contingere quæ apud nos fieri solent. Sed si nullus hanc sphæram ambit aër, unde ergo tanta refractio? Quod si aërem fateantur, utique etiam & maria & paludes & flumina admittant necesse est, cum absque his nec aër nec vapor ullus possit subsistere. Non itaque probo argumentum viri magni, qui in dialogis de mundi systemate, ex eo quod constans & similis semper sit lunæ adspectus, nec ullam unquam nubium aut aliam in superficie ejus mutationem telescopio deprehendere potuerit, conatus est adstruere nullas illic provenire pluvias; idem quippe in hac nostra tellure contingit. Siquis enim ex sublimi montis vertice nubes infra se positas prospectet, quantumvis eæ condensatæ fuerint & vehementes profuderint

rint imbres, eadem tamen manet nubium facies, nec quidquam eorum quæ inferius fiunt, ſpectabitur ab iis qui in ſuperiori verſantur loco. Quemadmodum vero illi, etiam cum defæcatiſſimus eſt aër, terram non niſi obſcure & tanquam per nebulam cernunt, ita neque nos ſolidum lunæ corpus videmus, ſed tantum atmoſphæram ejus. Cum enim major claritas officiat minori, fieri aliter vix poteſt, quin vapores lunam tegentes trans aërem ſpectati difficulter à nobis penetrentur. Præter itaque vertices montium & obſcuram lunæ imaginem ſolas cernimus nubes. Nec alia ut puto cæterorum ſiderum eſt ratio, non Iovis non Saturni, nec ipſius annuli Saturnii. Præter nubes & vapores ſingulos globos & annulum iſtum ambientes, nihil omnino videmus.

Sed neque argumenta probo, quibus adſtruere conatur nulla in luna vivere poſſe animalia. Nam ſiquis recte calculum ponat, inveniet lunam non minus benigno ſolis adſpectu frui & foveri, quam hæc noſtra tellus. At vero ſi in luna eadem dierum noctiumque eſſet ratio, atque hic apud nos, tum ſane frigore eſſet inhabitabilis. In minores ſphæras imbecillius agere ſolis radios ſenſus & experientia docent. Hinc factum ut remotiora à ſole ſidera majora, viciniora vero longe ſint minora. Quod ſi ea non ſemper ſibi conſtet proportio, id aliis compenſatur rationibus. Ut itaq; æqua & convenienti menſura luna calefiat, ita diſpoſuit naturæ architectus, ut quia diurna & citata circumrotatio officiat ad concipiendum calorem, totis quindecim diebus inferius hemiſphærium à ſole illuſtretur ac totidem aliis ſuperius. Præterea ne hyemis rigor partes habitabiles nimium læderet, ita iſtic annum ordinavit rerum conditor, ut cum apud nos inter maximam minimamque ſolis

altitudinem discrepantia sit quadraginta septem circiter graduum, in luna ea differentia decem circiter sit graduum.

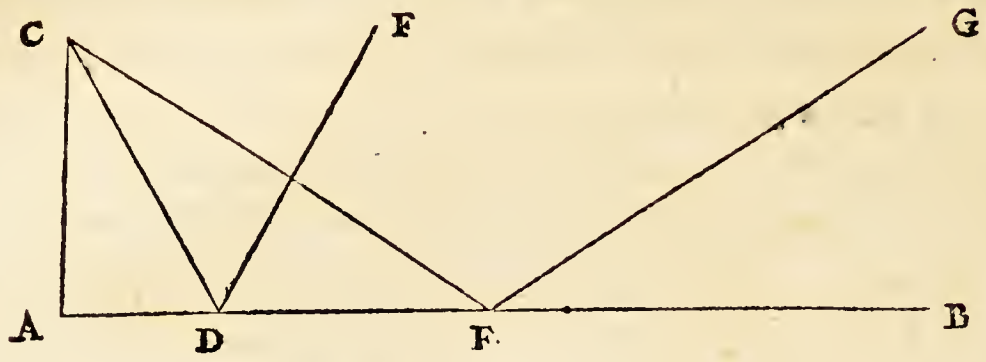
Huic accedit quoque tertium, illud scilicet, quo fortius luna imbibat & diutius retineat impressum calorem, passim montes ita formavit Deus, ut ambitu suo profundas efficiant valles, & adeo quidem, ut nisi umbræ fallant, depressiores sint non modo reliqua tellure, sed & ipsa maris superficie. Hæc cum etiam oculis beneficio telescopii manifeste pateant, non video quamnam suæ opinioni causam possint prætexere, qui sentiunt lunam corpus esse otiosum, & naturam quamvis omnia ad gignendum alendumque ibi disposuerit, nullo tamen id feciſſe fine. Verum hæc extra institutum. Revertamur ad propositum, ac causam refractionis doceamus.

CAPUT XX.

Vera refractionis causa explicatur.

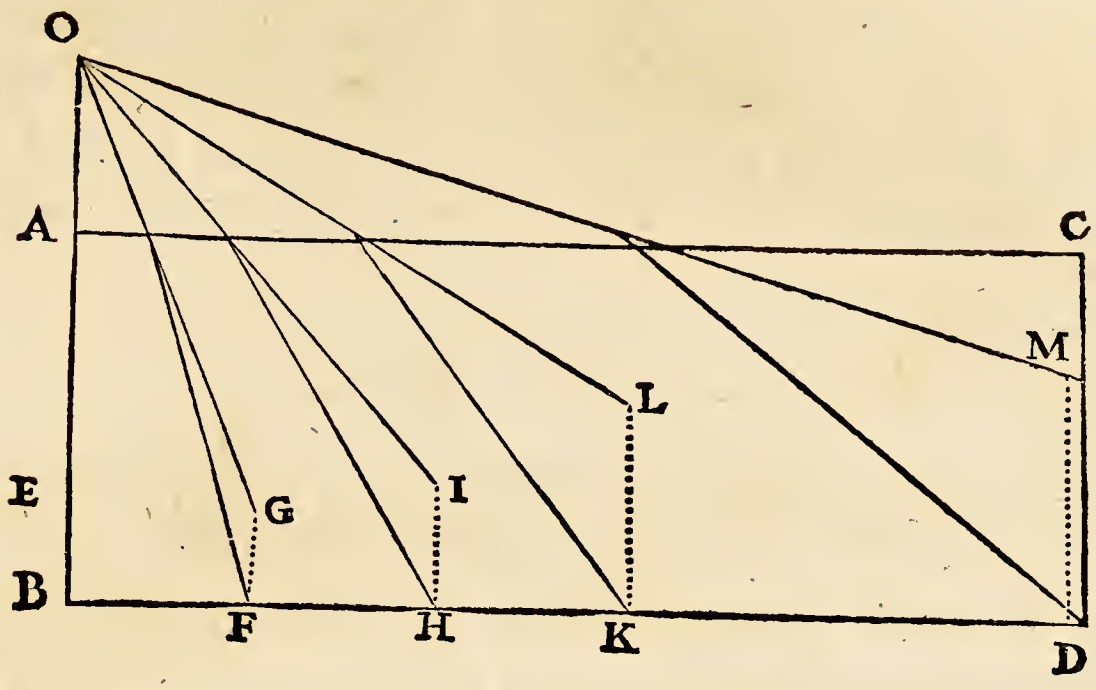
DIximus superius lumen incidens in quodcunq; corpus pellucidum pro ratione densitatis corporis quod ingreditur magis vel minus pati. In vitro aut crystallo radium incidentem tertia, in aqua vero quarta sui parte breviorem videri. In reliquis corporibus pellucidis naturam eandem semper servare legem, ut quanto illa magis sint solida, tanto magis patiatur lumẽ quod incidit, tantoque altius res spectata adsurgat. Radios vero ideo breviores fieri diximus, quia retunduntur pro ratione resistentis corporis, ac quanto altius corpus pellucidum ingrediuntur, tanto magis dilatantur partes ejus inferiores. Idem nempe contingit luci licet incorporeæ, quod clavo è ligno aut alia cedente materia, quem

quem si in aliud aliquanto mollius corpus impellas & adigas, retunditur & dilatatur ejus mucro, idque tanto magis, quanto altius penetrat. Vel oculo judice id ipsum clarum fiet, si baculum aut cylindrum aquæ immerseris, manifeste enim partes hujus quanto profundius aquam ingrediuntur, tanto magis refringentur ac dilatabuntur, & quod longitudini adimitur, id latitudini addi videbitur. Jam vero sive quis perpendiculariter species visibiles sub aqua aut alio pellucido corpore sitas contempletur, sive oblique, eadem semper erit ratio radii veri ad adparentem, & si pro ratione corporis pellucidi radius perp endicularis adparens tertia aut quarta parte sit brevior radio vero, tanto quoque brevior erit radius adparens & oblique incidens, quam sit radius verus & ipse quoque incidens oblique. Res itaque in aqua aut alio medio denso visæ, qualicunque situ collocentur, eandem semper servant legem, & si punctum aliquod quarta parte vicinius adpareat oblique spectatum, adparebit quoque quarta parte vicinius in perpendiculari. Verum longe dispar est ratio siquis species visibiles in diverso medio collocatas non κατὰ μῆκος sed κατὰ πλάτος consideret: cum enim quodlibet punctum in perpendiculari spectatum in eadem semper adpareat linea, in iis radiis quæ obliq; feruntur, longe secus contingit, quanto enim punctum aliquod visibile obliquius videatur, tanto longius à perpendiculari recedit. Ut hujus rei causam exploremus, necessarium est prius explicare naturam radiorum, in simile & homogeneum medium incidentium. Ponamus ergo planum aliquod opacum A B, in quod allabantur radii C A, C D, C E. Etiam illi qui parum in Physicis versati sunt, norunt radium perpendicularem C A omnium fortissime incidere in planum



AB. Imbecilliorem vero esse CD, magis etiamnum imbecillem CE. Jam vero quemadmodum radii incidentiæ quanto obliquius incidunt, tanto minus habent roboris, ita viciſſim illi in ratione reflexa tanto fortiores ſunt, quanto longius à perpendiculari recedunt. Itaque radius CA omnium fortiſſimus in ratione recta, omnium imbecillimus eſt in actione reflexa. Fortius reſilit DF, fortiſſime vero EG, & ſic porro. Hinc eſt quod glandes è ſclopetis exploſæ ſi κατ' ὀρθὸ & ad angulos rectos incidant, non tamen lædant, quando redeunt. At vero eædem tanto magis lædunt, quanto acutiores incidentiæ & repercuſſionis angulos deſcribunt. Ipſum hoc evincit ratio; cum enim motus qui fit in recta linea omnium ſit fortiſſimus, lineæ vero incidentiæ & reflexionis quanto obliquius incidunt & repercutiuntur, tanto propius ad rectam accedant, ſequitur quoque ut ille motus ſit fortior.

Cum vero refractio aliud non ſit quam reflexio interna, ſeu repercuſſio Lucis in ipſo corpore pellucido, minime mihi difficilis videtur cauſa quamobrem radii corpus pellucidum penetrantes quanto obliquius incidunt, tanto quoque altius adſurgere videantur. Sit vas aqua plenum ABCD. Oculus conſtitutus in O, videat nummum aut aliud viſibile in perpendiculari OB. Manifeſtum



nifeſtum eſt, ſecundum ea quæ diximus, quod punctum B non adparebit in ſuo loco, ſed vero una quarta parte ſuperficiei aquæ vicinius nempe in E. Ponatur res viſibilis in F, adparebit in G per lineam O G. Promoveatur eadem res viſibilis in H, tum videbitur H in I per radium O I. Eadem ratione punctum K ſpectabitur in L, & D in M. Itaque quanto obliquius res aliqua ſub aqua ſita ſpectetur, tanto altius adſcendent puncta adparitionis. In hoc ſolo eſt differentia, quod in reflexione ſimplici radii ulterius progrediuntur, & angulos incidentiæ & repercuſſionis æquales efficiant. At verò in refractione imago objecti viſibilis ſemper ad perpendiculum imminet ipſi objecto viſibili.

Hinc porro colligi poteſt falli eos qui putant radios viſus & lucis in ingreſſu corporis pellucidi curvari & à ſua directione divergere. Si enim proprie loquamur, non divergunt nec inclinantur radii qui fracti dicuntur, ſed in eadem ſemper manent directione. Quod enim objecta F, H, K, & D, per lineam non rectam perveniant ad oculum O, id ex illo non contingit, quod radii in ſu-

perficie aquæ incurventur, ut vulgo credunt, ſed ex eo quod imago objecti cujuſque viſibilis perpendiculariter adſurgat & reſiliat ad puncta G, I, L, & M, ad quæ radii recti O G, O I, O L & O M poſſunt adpellere.

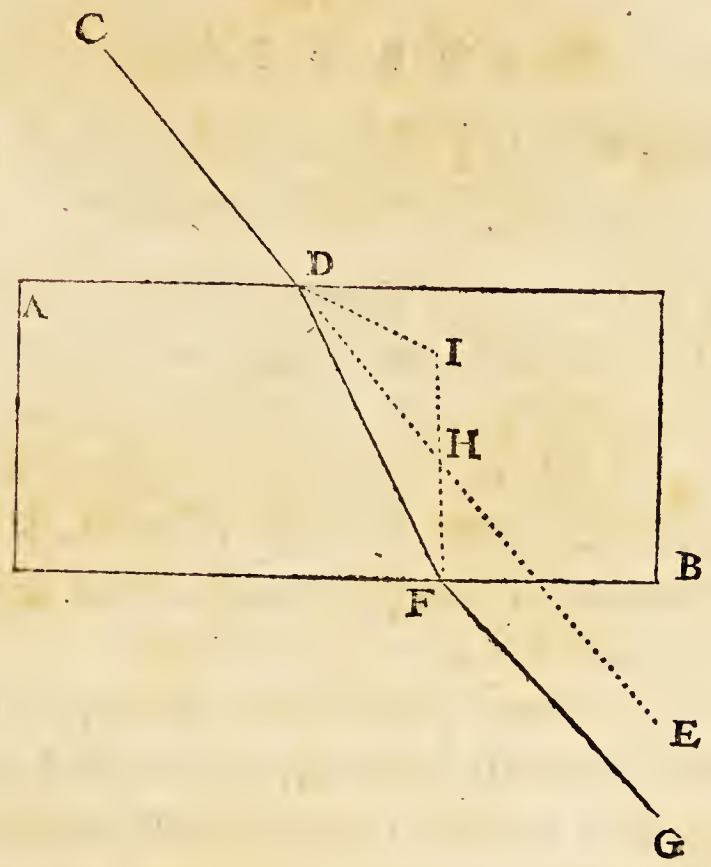
CAPUT XXI.

Quare radii oblique in aliquod corpus parallelepipedum incidentes in ingreſſu & egreſſu paralleli ſint.

EX eadem pendet ratione quamobrem radii incidentes in medium denſius & exinde egredientes paralleli ſint, non enim radii in ſuperficie incurvantur, ut vulgo putant, ſed quia objecti depreſſioris imago viſibilis eatenus adſurgit, ut à radio incidente contingi poſſit, ideo radii incurvari videntur, cum tamen illi recta ſemper ferantur. Sit fruſtum vitri aut cryſtalli A B. Notum eſt radium incidentiæ C D non recta fluere ad punctum E, ſed videri alio ferri ad punctum ſcilicet F, & inde egreſſum tendere ad G, ita ut radii C D & F G ſint paralleli. Hujus rei cauſa non ea eſt quæ vulgo creditur, quod radii in ſuperficiebus, hoc eſt in ingreſſu & egreſſu incurventur, quamvis ſic judicant oculi, verum quia imago objecti viſibilis in F adſurgit & refringitur in H, ubi videtur aut illuſtratur ab oculo aut lumine conſtituto in C. Ac ſic fit ut objecta F & G, non in ſuo loco, ſed F quidem adpareat in H, G vero in E.

Verum eſſe quod dico, hoc ſic probari poteſt. Ponamus radium aut lineam C D recta ferri ad punctum H, manifeſtum eſt ſecundum leges refractionis punctum H appariturum non in ſuo loco, ſed altius, nempe in I. At

vero



vero oculus in C conſtitutus non poterit per radium CD objectum F videre, niſi dicamus radium deorſum deprimi ut objectum viſibile contingat, quod eſt contra naturam refractionis quæ omnia adtollit. Patet itaque verum eſſe quod dicimus, inferiores nempe cryſtalli partes refractas adſurgere, & quemadmodum punctum H refractum adparet in I, ſimiliter F refringi in H. In hoc nempe puncto radius lucis cum imagine rei viſæ concurrit.

Quia itaque inferior cryſtalli ſuperficies altius attolli videtur & punctum, F in H adpareat, neceſſario quoque ſequitur ut radius ſuperne incidens & fundum F non in ſuo loco, ſed in loco adparitionis nempe in H contingens, ab oculo C in recta quidem videatur linea, vere autem effluat in F, tanto nempe inferius, quanto altius attollitur punctum H ſupra punctum F.

C A-

CAPUT XXII.

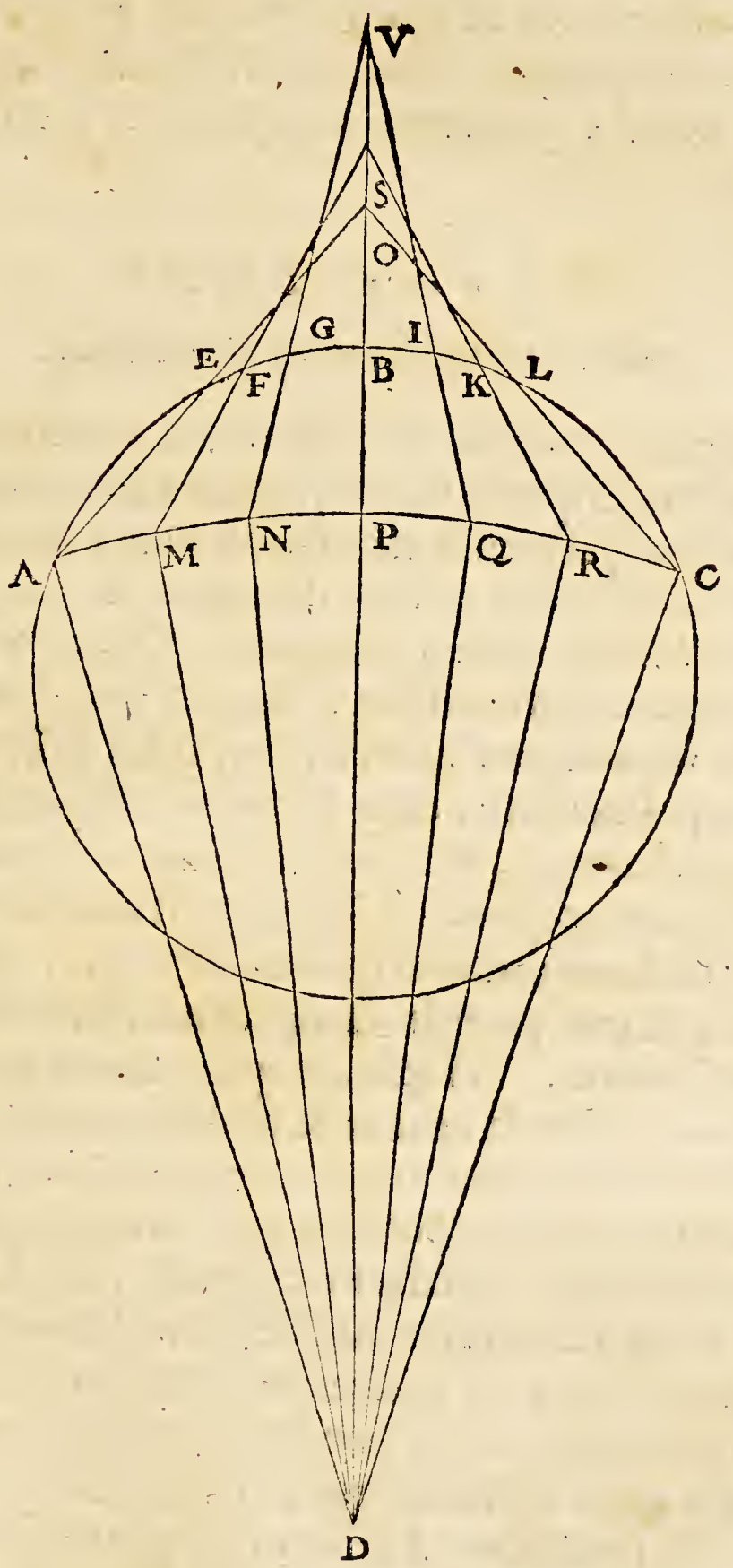
Quo pacto radii afficiantur in ingreſſu & egreſſu ſphæricorum corporum.

SIt ſphæra vitrea aqua plena ABC. Notentur in ea puncta EFGBIKL aut charta aut aliquo colore. Si oculus conſtituatur in D, prædicta puncta non in ſuo loco ſed vicinius adparebunt, nempe E adparebit in A, F in M, G in N, B in P, I in Q, K in R, L in C. Brevius itaque ſpatium comprehenſum inter E & L, latius explicatum adparebit ab A uſque ad C.

Miſſa dein chartula patiamur, ſi fieri poſſit, ut radii effluant. Aio futurum ut omnes quotquot è ſphæra proficiſcuntur radii, ſemper eandem ſervent directionem, ita ut à punctis adparitionis recta tranſeant per illa puncta unde fit adparitio. Radii ergo maxime obliqui quales ſunt AE & CL illi haud longe à ſphæra concurrent, nempe in O. Aliquanto longius progredientur MF & RK, concurrent quippe in S; Quanto vero viciniores ſunt illi quæ per centrum fertur lineæ, tanto longius progredientur. Itaque NG & QI demum in V concurrunt.

Satis, niſi fallor, manifeſte hinc colligi poteſt, quantum à veritate receſſerint illi, qui putarunt radios à viſu & luce procedentes in ingreſſu & egreſſu ſphæræ frangi, nihil vero in medio pati, cum è contrario in medio tantum frangantur, in puncto nempe adparitionis, alibi vero quoad oculum recta ferantur.

Et ſane rationi adverſatur radios recordari quid ſibi in ingreſſu contingat, idque in egreſſu imitari aut alio modo compenſare. Sic enim ſi ſtatuamus, dicendum fuerit radios


V
S
O
G
I
E
F
B
K
L
A
M
N
P
Q
R
C
D

radios esse animatos ac sentire quid sibi futurum sit, ut nonnulli existimarunt. Hæc vero nostra methodus, præterquam quod experientia comprobatur, etiam sensui satisfacit.

Caput XXIII.

Omnia corpora simplicia esse pellucida.

Hactenus conati sumus ostendere quomodo se habeat lux in spatiis vacuis, quomodo item operetur in corporibus pellucidis tam fluidis quam solidis; superest ut de corporibus opacis dicamus, & quo pacto ad horum occursum lumen adficiatur. Opaca vocantur ea corpora quæ colorata sunt & lucem non transmittunt. Si stricte vocabulum accipiamus, nihil præter vacuum erit pure pellucidum, cum pleraque corpora quantumvis clara videantur, quia tamen videntur, manifeste aliquid habeant opacitatis. Aqua, crystallus & similia corpora, si in densa nimium spectentur copia, desinunt esse pellucida & pro diversitate aspectuum diversos quoque induunt colores. Vel ipse aër quantumvis purus, si multum condensetur, fit opacus & luci impervius.

Jam vero si vocabulum communi & latiori significatu accipiamus de iis corporibus quæ lucem totam repercutere creduntur, qualia sunt lignum, lapides & metalla, ne hic quidem recte mihi sentire videntur, qui lucis penetrationem non concedunt. Uti vitrum, aqua & aër si densa adsit copia perdunt pelluciditatem, ita viciſſim illa, quæ diximus opaca, si attenuentur, fiunt pellucida. Si ligni fibras à reliquo corpore separatas in sole observes, sunt perspicuæ. Eadem est ratio terræ & argillæ; si enim singulas particulas & arenas seorsim con-

tem-

templeris, vitri & cryſtalli claritatem iis ineſſe ſenties, præſertim ſi engyſcopiis utare. Per marmor vero, etiamſi cubitalis fuerit craſſitiei, motum candelæ facile animadvertes. Auro nihil ſolidius & denſius, tamen etiam illud ſi in tenues bracteas dilatatum adverſo ſole ſpectetur, fulvus color cœruleo permutabitur, & fiet quodammodo pellucidum. Ut itaque nullum corpus ſive ſolidum, ſive fluidum, adeo eſt diaphanum, ut non aliquid habeat opacitatis, ita viceverſa nullum corpus & ipſum ſimiliter vel fluidum vel ſolidum tam eſt opacum, ut non aliquid ſaltem habeat pelluciditatis ſi in partes concidatur. Quin & hoc quoque addo, nullum eſſe corpus, qualecunque demum ſit, dummodo ſimplex & incompoſitum fuerit, quod non ſit omnino diaphanum.. Hoc quo facilius accipiatur, operæpretium fecerimus ſi cauſam & modum opacitatis corporum oſtendamus.

CAPUT XXIV.

Colores non eſſe lumen, & unde oriantur.

QUod itaque corpora quædam pellucida, alia vero opaca videantur, id non aliunde quam ex colorum admixtione provenire certum eſt. Niſi colores eſſent, omnia pellucida aut alba viderentur. Nullum eſt corpus ſeu fluidum ſeu ſolidum quod non ſtatim fiat pellucidum ſi ab eo ſeparetur color. Quapropter non recte ii ſentiunt, qui colorem vocant lumen modificatum, cum lumen nihil æque contrarium habeat ac colorem. Si colores aliquid in ſe luminis continerent, utique noctu & in tenebris lucerent; quod tamen non fit. Sed expediamus colorum originem & materiam.

Cauſa igitur & origo colorum omnis eſt ab igne ſeu calore. Hujus rei indicium quod in locis algentibus omnia fere candeant ipſaque etiam animalia albeſcant hyeme præſertim. Albor vero eſt principium potius coloris, quam color, ut mox dicemus. In calentibus vero locis tota eſt colorum varietas. Quidquid ſol benignis radiis colluſtrat, id protinus gratam & jucundam accipit tincturam. Quod ſi in frigidis quoque regionibus nonnulla etiam colorata inveniantur, illa cum admodum ſint rara & imbecilliter tincta, conatum potius deficientis naturæ, quam vim & poteſtatem ejus declarant. Majorem itaque colorum diverſitatem poſſit præſtare una avicula Indica, quam omne volucrum genus quod Norvagiæ Suediæque ſylvas populatur. Eadem cæterorum animalium, plantarum & florum eſt ratio. In prædictis locis ne in vallibus quidem colores ullos rutilos aut vividos invenias, niſi arte parentur, aut ſingulari aliqua ſoli facultate proveniant. Quod ſi quis etiam ulterius verſus ſeptemtrionem procedat, omnia illic cana & albida occurrent. Statuamus itaque cauſam colorum ab aduſtione corporum provenire.

CAPUT XXV.

Colorum materiam eſſe à qualitate ſulphuris.

IPſam colorum materiam quod adtinet, illa non aliunde procedit quam à ſulphure ſingulis corporibus admixto. Pro varia hujus elementi aduſtione varii quoque naſcuntur colores. Sulphur nativum & necdum ignem aut calorem expertum translucidum eſt. Cum ſolvitur tum demum diverſos induit colores & inquinat corpora quibus admixtum eſt. Primo quidem viridem, dein flavum,

flavum, mox rubrum, dein purpureum, & denique nigrum inducit colorem. Exhausto & consumto omni sulphure solvuntur corpora, color omnis abit, & nihil præter album seu pellucidum supereſt cinerem. Principium itaque colorum eſt albor, finis vero nigrities. Albus minime color, niger vero maxime. Sed singulorum colorum genera ac gradus percenseamus.

CAPUT XXVI.

Ordo colorum.

PRimus itaque color, si tamen color dicendus sit, is eſt albus. Proxime hic pelluciditatem accedit; quippe cum omnia corpora natura sua sint pellucida, primus hic opacitatem inducit, fitque visibilis exigui luminis acceſſu, etiam non liquefacto sulphure quod singulis corporibus ineſſe diximus. Si enim comminuatur quodcunque pellucidum corpus & diversas accipiat superficies, protinus comparet albor. Nec intereſt utrum solida an fluida fuerit materia, æque enim aqua si in spumam convertatur, ac vitrum in pollinem redactum pelluciditatem albo permutat colore. Et hic quidem eſt primus alboris modus, quem solum si spectes, jam albor minus proprie coloribus accenseri debet, si enim singula corpuscula aut singulas superficies seorsim spectes, manet pelluciditas, solaque corpusculorum positio & situs fallaciam facit adspectui. Alter alboris modus eſt quando in corpore pellucido fotu lucis aut caloris liquefiunt & accenduntur partes sulphuris subtiliores. Cum enim hac ratione siccentur & rarefiant corpora, sequitur neceſſario ut tum quoque variæ oriantur superficies; itaque etiam hoc pacto pellucida, etiam priusquam accedat

tinctura ſulphuris, albeſcunt. Eſt enim univerſalis regula, ut omne corpus pellucidum minutim conciſum fiat album; & viceverſa omne corpus album conſtat è minutis particulis pellucidis.

Proxime albori ſuccedunt alii duo colores viridis dilutior & flavus. Si imbecillior ſit calor qui diſſolvat id quod in corporibus eſt ſulphureum, præcedit viridis, utpote qui crudior & aquoſior ſit quam flavus. Quod ſi intenſior excoquat calor, albo mox flavus ſuccedit color, qui & maturior & magis igneus. Verum ſi flavitas ſuccedit albori, jam nullus virori ſupereſt locus, ſemper enim tam in plantis, quam in aliis corporibus, ſi illa viridia fiant, viridis color præcedit flavum.

Quocunque ordine numerentur colores, medius ſemper eſt rubeus. Maxime hic eſt flammeus. Non quidem hic fit ex albo & nigro, cum ſulphuri ſuos debeat natales, ſed tamen ex hoc & duobus illis componuntur quotquot ſunt colores.

Si major etiamnum ſuperveniat corporum & ſulphuris ambuſtio, ſequuntur purpureus & cœruleus colores, quorum mixtura eſt nota. Terminus colorum & ſuprema combuſtio eſt nigrities. Hæc eſt poſtrema ſulphuris tinctura & ultima actio. Hanc ſequitur corporum diſſolutio. Exhauſto ſulphure conſumptoque humore, nihil præter album & pellucidum relinquitur cinerem, cui ſi humorem & coagulum reddideris, corpora ad priorem redeunt ſtatum.

In illis porro flammis, quales exſurgunt in focis quotidianis, contrarius eſt colorum ordo. Quanto enim nigrior eſt ſulphuris tinctura in carbone, tanto purior & candidior oritur flamma. Quæ itaque primo prodit flamma, propter ſordes admixtas obſcura eſt & tenebroſa:

brosa: hinc purpurea, inde rubens & mox flava fit. Cum incipit albescere, id signum est quod sulphur & materies combustibilis ad finem properent. Non datur vero flamma vel nigra, vel penitus alba. Si enim nimium obscuretur, fumus est, non flamma: si albescat nimium, nec tum quoque diutius subsistere potest deficiente alimento.

Satis jam, ut puto, manifesta est ratio quamobrem diversa corpora pro diversa sulphuris tinctura aliis aliisque coloribus se videnda exhibeant. Nec, ut puto, hac in parte adversabuntur Chymici, qui quamvis ut de cæteris, ita quoque de coloribus, valde confuse & ænigmatice loquantur, non multum tamen ab iis, quæ hactenus diximus, recedere mihi videntur.

CAP. XXVII.

Quomodo colores apparentes generentur.

ALia nunc explicanda est quæstio, eaque multo vexatior & difficilior, unde nempe oriantur colores à corporibus suis quodammodo separati, quos adparentes vocant, quales sunt colores iridum, auroræ, ac item illi qui per prismata vitrea sparguntur. Ex iis quæ diximus, satis ut puto liquet, flammam semper sequi colorem sulphuris & omnes admittere colores excepto nigro & penitus albo. Insunt quidem sulphuri hi duo colores, sed flammæ proprie inesse non possunt. Albæ quidem videntur tenues flammulæ, eædem tamen si omnino tales essent nihilque alterius coloris admixtum haberent, forent pellucidæ, ac sic nullam aut debilem admodum spargerent lucem. Nigra vero ut sit flamma, hoc rationi & sensui adversatur.

Hoc

Hoc posito sic pergo, qualis est color sulphuris in materia combustibili, talis quoque est color flammæ. Qualis vero est flamma, tale quoque est lumen quod à flamma spargitur. Cum vero flamma omnes contineat & comprehendat colores, idem lumini eveniat necessum est. Insunt itaque & lumini omnes colores, licet non semper visibiliter.

Nempe ut flamma intensa alba & unicolor adparet, eadem si per nebulam aut aliud densum corpus spectetur, varios induit colores; pari quoque ratione lux licet invisibilis aut alba, ut sic dicam, si per prisma vitreum, aut per aërem roridum transeat, similiter varios induit colores.

Quod igitur in luce pura nulli compareant colores, id minime obstat quominus illi revera insint lumini. Nempe ut major lux officit minori, ita quoque lumen purum impedimento est ut videatur lumen offuscatum. Omnem tamen lucem secum colores deferre ex eo colligi potest, quod si per lentem vitream, aut etiam per foramen, lumen in obscurum admittatur cubiculum, in muro aut linteo remotiore manifeste omnes videantur colores, cum tamen in punctis decussationis radiorum & locis nimium lenti vicinis, nullus color, sed purum tantum compareat lumen.

Jam vero ut lumen est forma & imago ignis, extra ignem quaquaversum radians, ita quoque colores qui à lumine deferuntur, sunt formæ & imagines colorum qui vere & materialiter insunt in illo igne à quo lumen spargitur.

Uti flamma & ignis quanto est debilior tanto debilius spargit lumen, similiter ad legem & proportionem veri & materiati coloris, qui est in flamma, crescunt & de-

decreſcunt etiam colores adparentes in lumine.

Quemadmodum deficiente flamma debilitatur lumen, ita etiam deficiente colore vero, evaneſcit quoque color adparens. Noctu itaque aut in tenui lumine nulli à priſmate vitreo ſparguntur colores, nulla phænomena colorata, irides lunares pallidæ, nihil rutilum aut alio colore conſpicuo tinctum uſpiam comparet.

Item uti flamma nulla vel nigra vel alba eſt penitus, ita quoque nulli colores adparentes albi ſunt vel nigri, ſed ut in flammis, ita quoque in lumine pallidus & cæruleus colores terminos conſtituunt.

Satis, niſi fallor, hinc patet quid ſit color verus & permanens ſeu fixus, quid item color fluidus ſeu inſtabilis, quem & adparentem nominant. Color nempe verus eſt gradus & modus combuſtionis in corpore aliquo; color vero adparens eſt imago veri coloris extra locum viſa. Quomodocunque vero componantur & conferantur veri colores cum adparentibus, ſemper ut cauſa ad cauſam, ſic quoque erunt effectus ad effectus, & quod coloribus fixis, idem quoque imaginibus, quæ ab his formantur, eveniet. Quod ſi aliquanto hæc non ſibi conſtat ratio, id contingit propter ſitum & figuram corporum per quæ imagines feruntur & propagantur.

CAPUT XXVIII.

Carteſii de coloribus opinio rejicitur, & priſmatum vitreorum ratio oſtenditur.

NEqueo vero ſatis mirari quid animi fuerit Carteſio ac nonnullis aliis, ut negarent colorum alios eſſe veros alios autem adparentes. Ratio quamobrem ſic ſentiant, hæc eſt, *quod cum genuina & ſola colorum na-*

tura ſit adparere, contradictio eſſe videatur, illos adparentes & tamen falſos eſſe dicere. Verum hæc opinio conſiſtere non poteſt, niſi velimus aut abſurda dicere, aut in vocabulo ludere, & pertendere æque veros eſſe colores, qui in ſpeculis videntur, ac ſint in illis ſubjectis, unde iſtæ imagines procedunt. Si nulli colores eſſent veri, utique nulli eſſent adparentes. Rei non exiſtentis nulla poteſt exiſtere imago. Intellectui vero adverſatur ut omnes colores ſint apparentes. Ad rem non facit quod colores qui à priſmate cryſtallino projiciuntur, adpareant quoque in ſpeculis, oſtendimus enim colores iſtos non è nihilo in priſmate generari, ſed eſſe adventitios & propagari à luce cui inviſibiliter inſunt. Nihil itaque confici poteſt hoc argumento, niſi iſtud, dari etiam imagines imaginum.

Ipſam vero colorum generationem quod adtinet, ea talis eſt apud Carteſium, ut quamvis multa ſupponat quæ non ſunt & fieri nequeunt, incertiorem tamen & magis indeterminatam colorum relinquat naturam, quam fecerint ii qui ignorantiam ſuam hac in parte palam ſunt profeſſi. Iſti globuli & iſte globulorum motus, & iſta vitri poroſitas, gratis finguntur, nec vel ratione vel oculis & experientia firmari aut adſtrui poſſunt. Tot globuli non ſuperne tantum, ſed & dextra, ſiniſtra, & undique ſe mutuo contingentes & vitrum permeantes conſiſtere ſimul non poſſunt, niſi ubique ſint pori; quod ſi ſit, jam vitrum non verum, ſed imaginarium erit corpus: nam ſi ubique ſunt pori, ergo nuſquam eſt vitrum. Quod ſi ſinguli globuli & ſingula corpuſcula ſingulos ingrediantur poros, corruit lateralis iſte globulorum contactus, cui tamen ſoli naturam & originem colorum adſcribit. Ut itaque tranſitus pateat imaginariis corpuſculis

ſculis quæ vitrum penetrare dicuntur, aut diſſolvendus eſt iſte globulorum nexus, aut ſtatuendum vitrum non eſſe corpus.

Sed neque recte philoſophatur cum cauſam utriuſque iridis reddere conatur ex priſmate cryſtallino. Quare enim color rubeus per tenuiores priſmatis partes tranſire videatur, quando radii ſolis in charta excipiuntur, contrarium vero contingat ſi loco chartæ oculos cryſtallo opponamus, hujus quidem rei quamvis rationem adferre conetur, nullam tamen adfert. Primo in eo errat quod putet radios colorem tranſmittentes decuſſari antequam trigonum contingant. Siqui enim radii ante contactum trigoni decuſſantur, illi non penetrant aut ſaltem ad oculos non perveniunt. Decuſſatio illa fieri deberet in ipſo demum vitro. Status vero quæſtionis aliter eſt concipiendus, quæritur nempe unde fiat quod cum radii vel ad ſolis, vel ad candelæ lumen per priſma tranſmiſſi charta aut linteo excipiuntur, rubeus color videatur per tenuiores priſmatis partes promanare, cœruleus vero per partes baſi viciniores, cum tamen contrarium eveniat ſi oculum chartæ loco vitro oppoſueris, tunc enim cœruleus color adparebit ad partes vitri tenuiores, rubeus vero ad craſſiores.

Nimirum hujus rei cauſa eadem eſt, atque ſit illa quæ efficit ut in cubiculo clauſo per anguſtum foramen omnes imagines decuſſatæ in pariete adpareant, cum oculus omnia videat erecta. Item quod ſol per tubum opticum in chartam immiſſus adpareat everſus, cum tamen oculus eum videat erectum. Quippe quod chartæ id ipſum quoque contingit retinæ cum ſpecies viſibiles inverſo ordine ab oculo excipiuntur, quæ tamen à ſenſu judicante in vero adprehenduntur ſitu.

Quod autem ſcribit rubrum colorem per priſma manantem ſemper ſpectari ad partem priſmatis tenuiorem, nec id quoque ſemper verum eſt. Teneas chartam aut digitum ſic, ut pars una à ſole illuſtretur, altera vero portio in umbroſo ſit loco. Si priſma oculis adplices, & chartam aut digitum contemplere, videbis contrarium colorum ſitum. Si enim pars illuſtrata ſuperne rubeat, tunc pars in umbra deliteſcens cœruleum ſuperne induet colorem. Et contra ſi hæc cœruleo, illa rubro colore tincta ſpectabitur.

Sciendum enim quod cum radii lucis ſive viſus ex majori luce ad lucem minorem per priſma feruntur, tum rubeus color tranſit per partes angulo priſmatis viciniores. Quando vero radii à minori luce ad majorem vergunt, tum color cœruleus eſt acumini priſmatis vicinior, rubeus vero remotior. Teneas digitum ſeu aliud objectum viſibile in loco ubi à radiis ſolis illuſtretur. Si per priſma cryſtallinum digitum contempleris, cœruleus color fluet à parte vicina angulo, baſi vero propior adparebit color rubeus. At vero ſi digitum in obſcurum & umbroſum locum transferas, aut eum contra ſolem ſtatuas & illum ſic obſcuratum è lucidiore loco intueare, jam colores contrario procedent ordine.

Atque hæc quidem ſola ratio ſufficit ad omnes fere priſmatis cryſtallini proprietates explicandas. Sed & ratio phyſica in promtu eſt quamobrem pro ratione majoris vel minoris luminis ſibi invicem permiſceantur & permutentur colores per priſma ſpectati. Quamvis enim lucidi & obſcuri colores per ſingula puncta & æque per partes acumini quam baſi priſmatis vicinas propagentur, ſemper tamen id ea, quam explicuimus, ratione contingit. Jam vero ſiquis vitrum tenue ſoli aut luci ob-

obvertat, nullus fere ſplendor in eo adparebit, propterea quod radii propter materiæ reſiſtentis paucitatem facile eluctantur. At vero ſi craſſius vitrum ſoli opponatur, minus quidem lucis ad oculos remittetur, plus tamen lucis in ipſo comparebit vitro, quia propter materiæ denſitatem radii detinentur, & plura puncta illuſtrant. Eadem eſt ratio priſmatum. Lux quia facilius penetrat tenuiores vitri partes, majus lumen ſeu lucidum magis colorem per tenuiores vitri partes remittit. Contra vero oculus minus lucis, & lucidum minus colorem cernit in parte piſmatis tenuiore, plus vero lucis & vividos magis colores conſpicit ubi denſius eſt vitri corpus.

Si quis vero quærat unde fiat quod in cubiculo clauſo per foramen ſpecies inverſæ in chartam deferantur, cum oculus loco chartæ poſitus omnia videat erecta, ſciat is licet aliter eadem tamen hoc ratione contingere. Radii enim decuſſati eoque imbecilliores, illi ſunt qui colorem advehunt. At vero radii qui ab oculis lucem verſus feruntur, illi recta & propemodum paralleli procedunt. Quamvis vero etiam iſtis inſunt ſpecies coloratæ, eæ tamen à majori luce obruuntur & inviſibiles fiunt. Lux colores exſtinguit. Major lux obruit & tollit minorem. Radii recti & perpendiculares, cum fortiores, ſint, vincunt & inviſibiles faciunt radios obliquos & decuſſatos.

Caput XXIX.

Ejuſdem ratio coronarum circa lucernas improbatur ac vera oſtenditur.

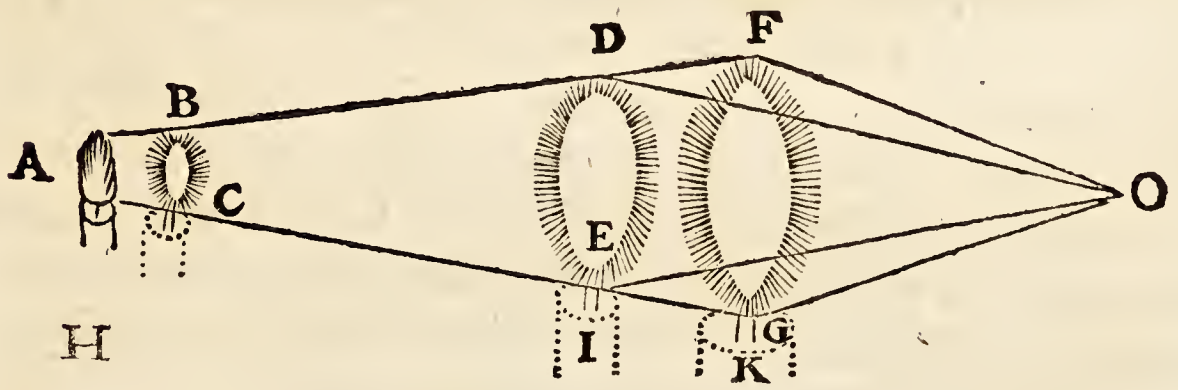
Quæ porro promit argumenta idem Carteſius ad probandam ſuam de productione colorum ſententiam, eodem omnino recidunt, nempe ad rotationem materiæ ſubtilis, è cujus motu totam colorum originem explicari poſſe exiſtimat. Utcunque vero hunc motum admittere velimus, qui tamen nullâ vel ratione, vel experimento nititur, æque nihilominus incerta & indeterminata manet colorum natura. Et quidem maxime miror, quod cum ſimiles adparitiones ſimiles requirant cauſas, diverſas tamen rationes reddere conatus ſit colorum qui in iride, halone & coronis circa lucernas cernuntur. De aliis agemus in meteorologicis noſtris, hic ſaltem de lucernarum coronis nonnihil dicemus. Quod itaque putat colores iſtos flammam ambientes provenire in ipſo oculo, id omnino à ratione alieniſſimum eſt. Si hoc verum eſſet, jam ſemper & ubique oculo ſimiliter affecto tales apparerent coronæ; atqui tamen illæ non videntur, niſi in aëre valde humido, unde fit ut à navigantibus potiſſimum conſpiciantur, aut quando à mari flant venti, item in balneis. Quod autem rationem quam reddit, attinet, quare non ſemper videantur coronæ iſtæ lucernariæ, & cur non omnia objecta coloribus picta adpareant, ex ea nihil aliud confici poteſt, niſi hoc tantum, non videri ſemper, quia non ſemper videantur.

Sed vero quæ Irides aliaque colorata in aëre phænomena efficit cauſa, illa ipſa quoque lucernarios iſtos producit

ducit annulos. Cum nuſquam niſi in humido cernantur aëre, utique ex hujus conſtitutione horum petenda eſt ratio. Vera eſſe quæ ſcribo vel inde liceat experiri, quod ſi vel ſimplex aliquod vitrum halitu humectes, & lucernæ à quocunque intervallo opponas, protinus lucerna annulo coronetur. Quod ſi priuſquam halitu oris inficias vitrum aquæ frigidæ immerſeris, multo etiamnum coloratiores conſpicies coronas.

Sed & è ſphæris vitreis quando antliæ pneumaticæ beneficio aër exhauritur, ſi quis ex oppoſito ſphæræ lucernam tenuerit, illo ipſo temporis puncto quo aër in antliam delabitur corona circumcirca lucernam comparebit. Aër enim vi magna decidens & latera vitri toto ſuo pondere vehementer adſpergens idem quod oris halitus, & quidem efficacius efficit.

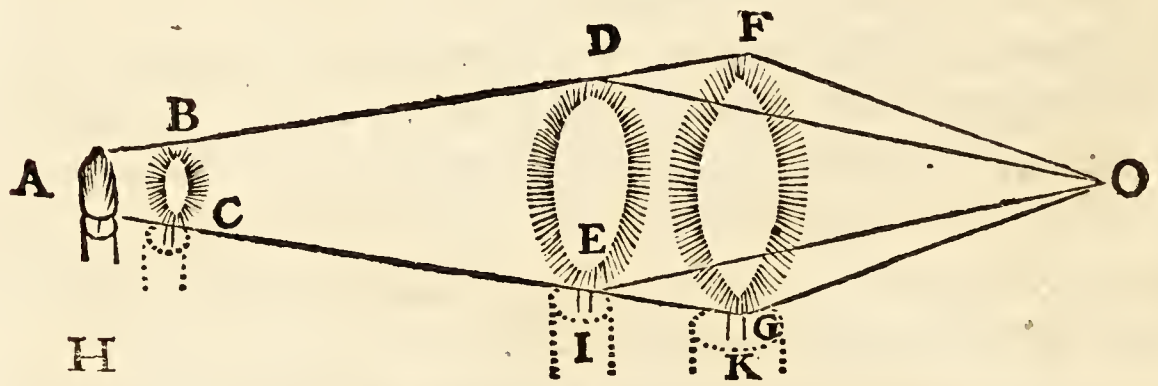
Quod vero nonnunquam duplex adpareat corona, id non alias contingit, quam cum alter oculus imbecillior eſt altero. Eſto lucerna in A oculi vero in O. Si aër non multo humore ſit infectus, tunc nullæ quidem



circa lucernas comparent coronæ, aliquanto tamen majores & propiores viſuntur lucernarum flammæ, cum nullus aër tam ſit tenuis, ut non aliquam ſaltem cauſet refractionem. Flamma itaque A oculo O adparebit in BC,

BC, ideoque quod radii adſcititii contingant flammam veram, nullus in medio comparet hiatus, ſi tamen accurate attendas, & paulo longius abſtiteris, nigrior quædam macula in medio lucernæ comparebit, quod manifeſtum ſignum eſt flammæ jam incipientis dehiſcere.

At vero ſi denſior & aquoſior fuerit aër, major neceſſario fit refractio, ac tum ſpecies major propiorque adparebit, nempe in DE, videbiturque à quolibet ocu-



lo conſtituto in O per radios DO & EO. Quod ſi alter oculus, aut incubatu, aut alio modo læſus vel luxatus fuerit, tum lumen A propius etiamnum & majus ſpectabitur, ſcilicet in FG, contingetque oculum O per radios FO & GO.

Cauſa vero quamobrem majores hæ coronæ in medio ſint pellucidæ & nullo colore tinctæ, ſatis eſt manifeſta ex iis quæ paulo ante diximus. Cum enim major lux tollat & perimat minorem, fieri aliter non poteſt, quin radii qui recta ab oculis ad lucem tendunt, tollant colorem per quem ſolum ſpecies ſunt viſibiles.

At vero ſi operiatur A lucerna & oculus transferatur in H, jam contraria omnia evenient. Integra enim lucerna in denſiſſimo illo aëre, tanquam ſpeculo obſcuro, comparebit in DEI aut in FGK, & quidem media

pars

pars adparentis flammæ D E aut F G erit lucidiſſima, exterior vero limbus obſcurior, coloreſque, ſi qui videri poſſint, contrario ordine exhibebit.

Quod autem colorum ratio contraria ſit in coronis atque in iride, & hujus quoque rei cauſa, ut puto, jam patet. Cum iridem in cœlo ſpectamus tum radii lucis & viſus in averſam à ſole partem tendunt & à majori luce ad minorem feruntur. At vero cum à minori luce ad majorem radii tendunt, uti fit in coronis, tum, ut diximus, invertitur colorum ordo.

CAPUT XXX.

Stabilitur opticorum ſententia, cum dicunt corporum adparentium magnitudines eſſe angulo viſionis proportionales, & notantur errores Carteſii.

NOn minus errat idem Carteſius in cæteris lucis & viſus proprietatibus explicandis, dum in ipſo oculo quærit ea quæ certis documentis foris contingere oſtendi poteſt, ac cum negat veram eſſe opticorum regulam, cum dicunt adparentes corporum magnitudines angulo viſionis eſſe proportionales. Hoc optices ſtatutum exinde deſtruere conatur, quod ſol & luna majores videantur horizonti propinqui, quam ab eo remoti. Atqui tamen inquit aſtronomis quando inſtrumentis horum ſiderum magnitudinem metiuntur, ſub eodem ſemper adparent angulo, ſive horizonti incumbant, ſive vertici immineant. Sed profecto graviter errat. Ponamus enim latitudinem Solis humilis & ſublimis ſub æquali fere angulo & menſura colligi ſi quis inſtrumentis utatur, longe tamen alia hujus rei eſt ratio, quam ipſe exiſtimet. Quod Sol & luna horizonti vicini majores adpareant,

non hoc contingit ex phantaſia, id quippe ſi eſſet, non ſemper & non omnium oculi ſimiliter adficerentur, ſed ex eo quod Solis lunæque ſpecies in majori aëris portione latius ſe explicant. Jam vero ſi quis per minuta dioptræ foramina ſidera hæc, vel orientia, vel occidentia contempletur, auferuntur & amputantur radii adventitii qui in vicino oculis aëre majorem horum ſiderum ſpeciem efficiunt. Verum eſſe quod adfirmo, id ex eo certo colligi poteſt, quod ſi quis per tabellam aut chartulam nigram acu perforatam conſpiciat Solem, lunam, aut etiam lucernam, illico triplo, quadruplo, aliquando etiam decuplo minores compareant. Lucerna eminus viſa pedali nonnunquam comparet magnitudine, cum tamen per anguſtum viſa foramen, minima repente fiat. Abraduntur enim radii ſpurii, licet non omnes, majori tamen ex parte ac ſoli fortiores, qui ab ipſo corpore luminoſo procedunt, ad oculos per anguſtias eluctantur.

Sed neque ea ſuccedit ratio qua oſtendere vult, quare alba & lucida objecta majora & propiora adpareant quam revera ſint. Et hujus quoque rei cauſam ex fundo oculi & ex capillamentis nervi optici eruere conatur, nihilo felicius quam cætera. Si enim luminis intenſio efficiat, ut majores in retina imagines formentur, utique neceſſe eſt, ut à vicino lumine majores in oculo formentur ſpecies quam à remoto. Atqui contrarium contingit. Lucernæ eminus viſæ habita ratione diſtantiæ, majores adparent quam prope. Flumina & maria qua ſolares excipiunt radios, quanto à majori intervallo cernuntur, tanto altior adparet eorum ſuperficies. Sol & reliqna ſidera quanto major eſt intermedii aëris moles, tanto majori corporis ambitu ſe videnda exhibent.

hibent. Omnia denique lucida, quanto denſius eſt diaphanum, per quod ſpectantur, tanto ampliora ſe oculis offerunt. Adeone quis mentis inops ut putet aliis nos oculis contemplari ſolem orientem vel occidentem, aliis vero altius provectum? Cum tam manifeſte pro menſura & ratione intercedentis aëris creſcant & decreſcant eminus viſa objecta poſſitne aliquis ultra dubitare quænam ſit cauſa hujus phænomeni?

Verum quo magis cognoſcatur hic error, in quem impegerunt etiam alii ante Carteſium, quum putarunt ex contractione pupillæ ſeu uveæ tunicæ provenire, ut res eædem modo majores modo minores adpareant, hoc quoque addo, ſive conſtringatur, ſive laxetur pupilla, quorumvis tamen objectorum viſibilium ſpeciem pari magnitudine & ambitu in retinam adpellere. Cum enim illis ipſis agnoſcentibus imagines in oculum per pupillam admittantur eodem prorſus modo, atque in cubiculum tenebricoſum per foramen, ipſum hoc quod adfirmamus, neceſſario ſequitur. Sive enim patulum, ſive anguſtum fuerit cubiculi foramen, æquali tamen magnitudine objecta quævis in oppoſito linteo ſeu pariete depinguntur. Si per ſimplex duntaxat foramen radii in cubiculum influant, conſtringendo ſeu dilatando foramen, efficere quidem poſſis, ut imagines plus minuſve offuſcentur, nunquam tamen efficies ut minus ſpatii in linteo occupent. Ipſa enim ratio & experientia docent, in unoquoque foraminis puncto decuſſari integram totius objecti ſpeciem, ita ut unumquodque punctum, tam in pupilla quam in foramine cubiculi, conſtituat communem verticem duarum pyramidum, quarum una eſt externa, cujus baſis eſt objectum radians, altera interna, cujus baſis eſt in linteo foramini

mini oppoſito, ſeu in retina oculi, in quibus omnia everſa repræſentantur.

Jam vero cum cauſam adſignare conatur, quamobrem corpora exilia aut valde remota, cujuſcunque demum ſint formæ, eminus viſa rotunda adpareant, nec tum quoque recte philoſophatur. Hujus rei cauſam ex prædictis rationibus petendam eſſe exiſtimat. Addit tamen & alteram nimirum quod nulla corpora, quæ parvas in oculo formant effigies, figuram angulorum ſuorum exprimere valeant. De priori argumento jam diximus. Altera ratio licet à veteribus agnita, & prima fronte vera videatur, neutiquam tamen probandam cenſeo. Exilia enim corpora ſi valde remota fuerint, non videntur. Si tamen contingat ut ea cernamus, comparebunt hæc non in ſuo loco, ſed aliquanto propius, in ipſo nempe aëre refracte ſpectabuntur. Quia vero omne corpus, vel ſua ſponte lucidum, vel aliunde illuſtratum, cujuſcunque demum figuræ ſit, radios diffundit in orbem, neceſſario contingit, ut quamvis ipſum corpus non videamus, nihilominus ſphæram ejus radioſam in intermedio cernamus aëre. Quod ſi purus & tenuis fuerit aër, imago quidem aliquanto major & loco vero propior, non tamen tam magna & oculis vicina ſpectabitur, quam ſi denſior fuerit aëris conſtitutio. Hinc patet quare Venus corniculata, rotunda videatur. Item quare halones lunæ corniculatæ, æque rotundæ ſint ac halones lunæ plenæ; & quare cum flammæ lucernarum ſint pyramidales, tamen coronæ ipſas ambientes circulares adpareant. Sed & hoc quoque patet quare halones & coronæ iſtæ aliquando minores & remotiores, aliquando vero majores & oculis viciniores videantur.

CAPUT XXXI.

De diametro Solis & Lunæ & refractione siderum in horizonte.

DE instrumentis vero quod dicitur, illa æquali semper mensura solis diametrum repræsentare, id licet aliquando, non tamen semper verum est. Quamvis solis diametrum, etiam cum in perigeo est, alii non majorem faciant min. 34. Ricciolus tamen hunc sæpius min. 45, imo etiam integri gradus diametro sibi visum adfirmat. Quin & majori angulo conspicietur, siquis non per angusta foramina sed per directas regulas aut puncta nigro notata, latitudinem ejus exploraverit, & posthabita umbrarum ratione solis oculis extremitates adparentis solis annotare operæpretium censuerit.

Nec tantum sol oriens vel occidens, sed & alte provectus, & in ipso quoque meridiano visus, tantæ sæpe comparet amplitudinis, si per aërem nebulosum spectetur.

Facile hinc conjici potest undenam proficiscatur ea discrepantia quæ tam multos hactenus exercuit astronomos & geometras, dum solis lunæque diametros ac aliorum quoque siderum ortus & occasus instrumentis suis metiri & assequi conati fuere. Præterquam enim quod non satis magnam refractionis, habuere rationem, etiam hoc accedit, quod dum aliis aliisque ad veritatem indagandam utuntur instrumentis, non satis adtenderunt, pro horum diversitate diversa quoque magnitudine & dissimili situ quorumvis objectorum speciem ad oculos pervenire. De refractione quæ solis oculis observari potest, satis, ut puto, jam olim diximus. Nunc saltem

prius quam finem hinc opuſculo imponamus, aliquid ſubjungemus de ea refractione quæ fit circa inſtrumenta. Quamvis itaque, ut ex prædictis patet, multo accuratius ſiderum magnitudines & intervalla haberi poſſint aſtrolabio aut ſimili inſtrumento, quo radii per minuta foramina admittuntur, quam nudis oculis, aut etiam baculo Jacobi; ne hic tamen metiendi modus omni prorſus caret vitio. Licet enim propter foraminum anguſtiam amputentur radii nothi, qui in vicino oculis aëre quælibet objecta amplificant, non tamen omnino tolluntur illi radii, qui à remotiori adveniunt aëre, quique & ipſi ſunt ſpurii. Quantacunque enim ſupereſt aëris portio, aliquam efficiat refractionem neceſſe eſt. Tychonis Dani inſtrumenta quin accuratiſſima fuerint nullus dubito. Solis refractioni circa horizontem adſignat hic minuta 34. Sane qualiacunque fabricentur inſtrumenta nunquam tamen fient talia quæ omnem prorſus tollant refractionem, & ſolos è centro ſolis affluentes radios in recta deferant linea.

Attamen, quod etiam alibi monuimus, non ſatis conſiſtit hic Tychonis calculus, cum non tantum pro diverſitate inſtrumentorum, ſed & pro temporis & loci ratione diſpar quoque ſit refractionum menſura. Crebra experimenta terra marique facta docent ſolem ſereno cœlo videri cum duobus integris gradibus infra horizontem latet. Quod ſiquis experimento idipſum probari velit, abunde id præſtabit vel baculus Jacobi dictus. Si enim in horizontem baculum hunc accurate dirigas, jam oportet ut tignum transverſum, quod ad angulos rectos baculo inequitat, centro terræ ad perpendiculum immineat, & gradum nonageſimum exacte teneat. Atqui tamen hoc non contingit, ſed tranſito gradu

du 90, duobus gradibus oculo vicinior fit apex ſuperior. Patet ergo nec ipſum baculum parallelum eſſe ad planum horizontis, ſed ab anteriori parte duobus gradibus ſupra horizontem elevari, ab altera vero parte totidem gradibus infra horizontem deprimi.

CAPUT XXXII.

Novum refractionis genus, quod fingunt nonnulli, explo-ditur, & vera cometarum ratio explicatur.

PRæter autem illa quæ jam recenſuimus commenta, aliud quoque memoratur refractionis genus, ignotum cæteris opticis, quodque in ſolo reperiri dicunt æthere, & quidem in ſpatio ſupra Saturnum, ubi ſcilicet minores, ut dicunt, globuli à majoribus terminantur. Ut Cometarum reddatur ratio, novam hanc refractionis normam introducere conantur, quamvis & naturæ & omnibus refragetur experientiis. Non foret difficile clariſſime id ipſum oſtendere, ſed ſi Cometarum hypoſtaſin & conſtitutionem, nec ab illis, nec à quoquam hactenus ſatis intellectam explicuero, corruent, ut puto, omnes eæ rationes, quæ illos induxere ut novas naturæ conderent leges. Animus fuerat alibi cometarum hiſtoriam tradere, nonnulla tamen & hic præfabimur.

Eſt itaque cometa non phantaſticum aut imaginarium aliquod ſpectrum, ſed verum corpus & verum ſidus quaquaverſum accenſum. Errant qui putant ab uno ſaltem latere ardere & flammantem projicere comam. Undique uritur cometa, undique ignem, vaporem & radios in orbem quam latiſſime ejaculatur: ſed quia in parte, quæ ſolem reſpicit, à majori lumine obruitur & exſtinguitur cometæ fulgor, ideo in parte tantum umbroſa,

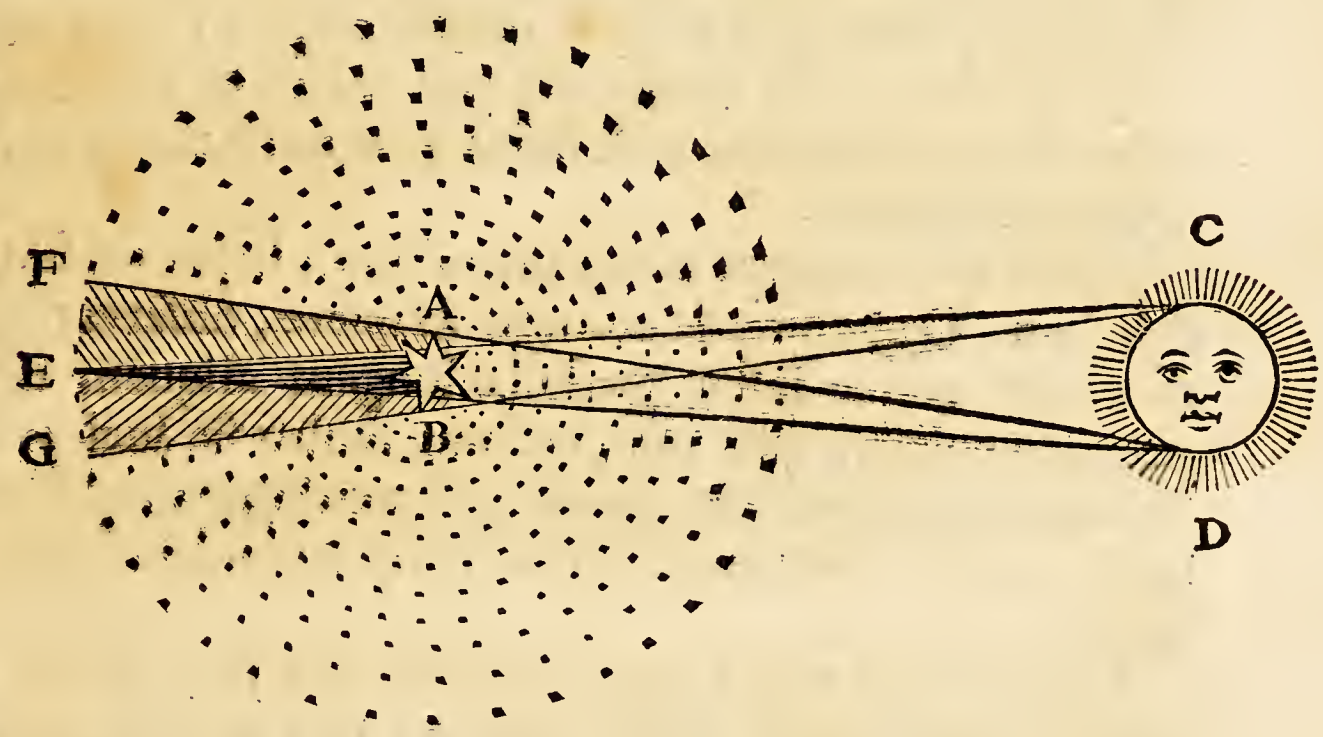
quæ

quæ averſa eſt à ſole, igneum iſtud adparet capillitium. Sive auroræ, ſive crepuſculi tempore, ſive etiam media nocte ſidus hoc contemplere, ſemper alio alioque ſitu coma hæc ſe videndam exhibet, ita tamen ut ſemper quam exactiſſime à ſole averſa ſit, moveaturque pro ratione radiorum incidentium, ſintque in eadem recta linea, ſol, caput cometæ, & cauda ejus ut vocant. Ex hac variatione certum ſumitur indicium cometam undique ardere & undique ſpargere halitus accenſos, qui illuſtrati à ſole inviſibiles fiant, non vero illuſtrati, tum demum clareſcant & fiant viſibiles. Quod nempe montibus ignivomis, idem quoque cometarum contingit incendio. Interdiu, vel nunquam, vel certe quam rariſſime adparent montium flammæ, quin potius tenebras & noctem offundunt: ſole occaſo, tum demum coruſcant, & cælum undique collucet. Nos ipſi non ſemel vidimus id genus incendia, quæ interdiu nebulæ, noctu vero flammæ inſtar comparebant, illo plane modo quo cæleſtis columna, quæ in mari rubro Iſraëlitis viam præmonſtrabat.

Quamvis ipſius comæ motus, ad ſingula allabentis lucis momenta ſe conformans, manifeſtum hujus veritatis præbeat argumentum, attamen objiciunt nonnulli ipſius cometæ figuram, quæ paulatim latius latiuſque explicatur. Umbram vero cometæ inquiunt debere in mucronem coire, cum corpus cometæ longe minus ſit corpore ſolari.

Sed vero qui ſic exiſtimant, graviter errant, nec ſatis intelligunt umbrarum rationem. Nullum quippe corpus eſt quantumvis magnum, ſive etiam quantumvis exiguum quod non infinitas ſpargat umbras. Verum quidem eſt ex circumferentia ſolis progredi radios qui um-

umbram faciant desinentem in conum, sed cum ex omni solis puncto ad omne punctum ferantur radii, necessarium quoque est, ut ab eodem extremo solis ambitu exeant radii, qui ut in quodlibet aliud corpus, ita quoque in caput cometæ impingant. Quia vero omnis lux terminata umbram post se facit, necessario sequitur ut in aversa cometæ parte fiat lucis diminutio, umbraque relinquatur, quæ non ut altera illa interior & nigrior in metam coeat, sed quæ dilutior sit multo, quæque quanto longius fertur, tanto latius expandatur. Esto cometa AB, in quam incidant radii solis CA & DB,



& progrediantur usque in E, manifeste ab his terminabitur conus umbrosus AEB, & hæc quidem est angustissima umbra: latissima vero terminabitur à radiis indidem quidem ortis, sed decussatis, quales sunt CBG & DAF. Hi formant & includunt umbram καλαθοειδῆ, sive conum inversum & apice truncatum AFGB. In hoc vero spatio solus est conus AEB, ad quem

nulli ſolis radii perveniunt. Reliqua vero hujus ſpatii portio, partem radiorum admittit, partem vero excludit, itaque ibi eſt umbra dubia, ſive umbra cum luce permixta.

Quamvis vero neſciam an alii qui de luce ſcripſere, duplicis hujus umbræ fecerint mentionem, non ideo tamen minus vera eſſe quæ ſcribimus libenter, ut puto, fatebitur, ſiquis vel digiti, vel cujuſcunque alius corpuſculi umbram ad ſolem, vel lucernam examinaverit. Diſcrepantes quidem fient umbræ pro ratione intervalli, & magnitudine corporis lucentis, & interpoſiti opaci, ſemper tamen id ea quam explicuimus lege continget, adparebitque ſemper umbra duplex, una interior & ubique ſibi ſimilis, altera mixta & paulatim imbecillior, ſic tamen, ut & hujus quoque terminus manifeſte compareat.

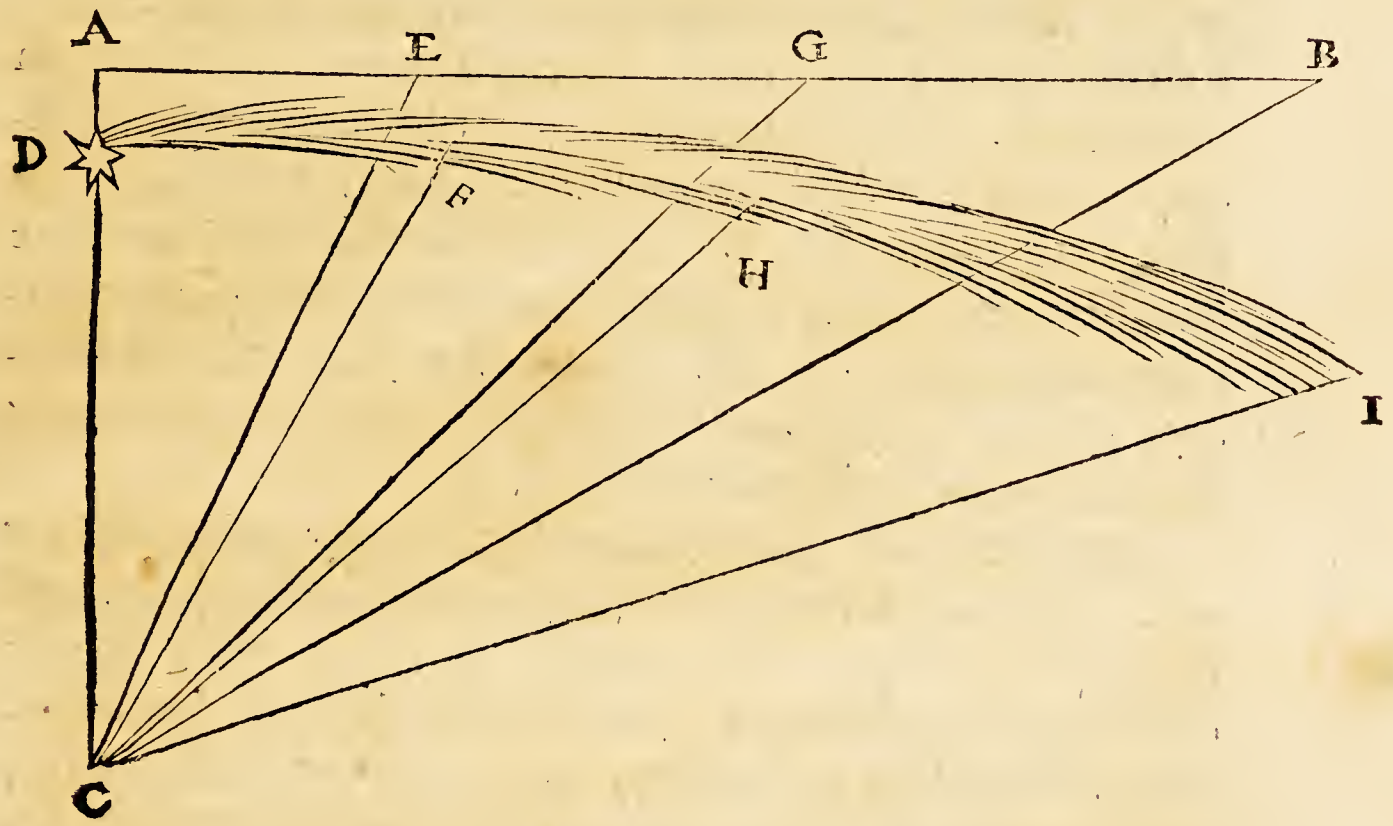
Sed & ipſa cometæ coma manifeſtum hujus rei facit indicium. Qui enim de cometis ſcripſere, obſervarunt in medio comæ inſtar medullæ longam aliquam excurrere tæniam, quæ reliqua coma multo ſit lucidior. Nempe conus interior, quem non contingunt radii ſolares, quanto obſcurior, tanto quoque vividius lumen ſpargit.

Latitudinem comæ quod adtinet, illa pro menſura capitis magna poſſit videri; cum ad tres nonnunquam gradus explicetur, ſiquis tamen accuratam ineat rationem, invenietur & hujus quoque proportio corpori analoga. Notandum enim umbram averſæ partis ex eo majorem videri, quod ſolis radii non poſſint penetrare partes capiti cometæ vicinas, quia illæ denſis flammis & halitibus undique ambiuntur. Sed & altera præcipua eſt ratio quæ comæ magnitudinem intendit, illa

nempe

nempe de qua ſuperius diximus, quod omnia lucida eminus viſa ſub majori angulo compareant. In vapore enim ambiente caput cometæ flamma & accenſus vapor quoad ſpeciem dilatantur.

Porro quod nonnunquam curva adpareat hæc coma, & hujus quoque rei manifeſta eſt ratio. Nempe & hoc ex ambiente cometam vapore contingit. Eſto cometæ verus locus ad A cujus coma extendatur uſque in B. Secundum ea, quæ diximus, oculo in C conſtituto, caput cometæ aliquanto vicinius adparebit, nempe in D.



Jam vero cum & cometæ, & comæ adparentis eadem ſit ratio, neceſſario eveniet ut quæ ſit proportio AC ad DC, eadem quoque ſit proportio EC ad FC, & GC ad HC, & denique BC ad IC. Si itaque curvam duxeris lineam quæ tranſeat per puncta DFHI, illa erit apparentis comæ directio. Atque hæc quidem

ſola eſt cauſa quamobrem cometarum cauda nonnunquam ſinuoſa adpareat. Semper vero id ipſum contingit cum ex obliquo cometa ſpectatur. At vero cum oculus, caput cometæ & capillitii extremitas in eodem ſunt verticali circulo, tum neceſſario recta adparet coma. Non difficile nobis eſſet etiam alias cometarum formas, quæ à ſcriptoribus memorantur, hic explicare, & oſtendere ex ſola aſpectuum diverſitate contingere, quod tam multiplici facie ſidus hoc ſe videndum præbeat; ſed tractationem hanc alteri loco reſervamus. Hæc ad præſens inſtitutum ſufficere arbitror, & ſimul ad convincendam eorum opinionem qui cometas perforatos finxere, ac non in orbem flammam & vaporem jaculantes, ſed in partem ſaltem à ſole averſam. Undique enim, ut diximus, ardet cometa, & ſi ſol obtegi poſſet, quam prolixa eſt cometæ cauda, tanta undique flamma cerneretur. Cum olim ardebit hæc quam habitamus machina; & ipſa quoque fiet cometa, eodemque prorſus ſpectabitur modo ab aliorum ſiderum incolis, ac à nobis ſpectantur cometæ.

Leve vero eſt quod nonnulli ex comæ pelluciditate obtendunt argumentum. Quia enim per hanc comam ſtellæ adpareant, ideo negant flammas eſſe, utpote quæ non ſint pellucidæ. Sed vero neque nos ſtatuimus univerſum illum vaporem, quo cometæ ambiuntur, eſſe accenſum. Viciniores tantum ſunt partes quæ ardeant. Qui longius à capite cometæ efferuntur vapores, illi, ſi cominus viderentur, non eſſent rubicundi. Idem nempe his contingit quod focis vitrariis aliiſque quotidianis ignibus, qui è propinquo ſpectati, longe minores nutriunt flammas, quam ſi vel noctu, vel eminus ſpectentur. Tum quippe flammas ambiens vapor flammarum naturam & ſpeciem induit.

Et

Et tamen etiamsi concesserimus accensos esse istos halitus qui immensum adeo occupant spatium, astra nihilominus pellucerent. Licet enim opacæ sint flammæ quantumvis minutæ, alias enim non essent visibiles, si tamen ultra has aliud lucidius succedat corpus, illico fiunt transparentes. Sic carbones, sic ellychnia probe accensa per flammas cernuntur, & quod semper, id ipsum quoque hic evenit, ut major lux destruat minorem, & quæ alias opaca videntur, ea ipsa majoris præsentia luminis fiant pellucida.

Plura de cometis dicenda supererant, sed hæc pauca nunc prælibasse sufficiat. Dum lucis naturam & accidentia explicare conamur, visa nobis fuere etiam istæc non aliena ab instituto. Quod siquis aliter judicet, is suo fruatur arbitrio, mihi ne sit invidiosum nostram exposuisse sententiam, donec certioribus experimentis, aut sublimium ingeniorum accuratiore indagine hæc ipsa clarius patescant.

FINIS.

INDEX CAPITUM.

Cap. I. *Causam & subjectum lucis esse ignem.* Pag. 1
II. *Ignem non esse corpus.* 2
III. *Quid sit lux.* 4
IV. *Exponitur & examinatur Cartesii de luce opinio.* 5
V. *Gassendi opinio exponitur.* 8
VI. *Vitrum, aquam & eximie pellucida corpora carere poris, & quomodo pori generentur.* 11
VII. *Radios lucis non esse corporeos.* 13
VIII. *Lucis motus in vacuo.* 16
IX. *Ostenditur dari vacuum.* 17
X. *Solvuntur argumenta vacuum oppugnantium.* 20
XI. *Aëris altitudo ostenditur.* 25
XII. *Supra aërem esse vacuum, frustraque ibi aliud quæri corpus.* 26
XIII. *Qualis sit lucis motus in vacuo.* 28
XIV. *Quid luci contingat in ingressu corporum.* 31
XV. *Refractionem non fieri in superficie.* 33
XVI. *Refractionem fieri etiam in perpendiculari.* 35
XVII. *Quomodo fiat refractio, & qua proportione.* 38
XVIII. *Solis & montium refractio quomodo fiat.* 39
XIX. *Refractio in luna, & mensura montium lunarium.* 45
XX. *Vera refractionis causa explicatur.* 50
XXI. *Quare radii oblique in aliquod corpus parallelepipedum incidentes in ingressu & egressu paralleli sint.* 54
XXII. *Quo pacto radii afficiantur in ingressu & egressu sphæricorum corporum.* 56
XXIII. *Omnia corpora simplicia esse pellucida.* 58
XXIV. *Colores non esse lumen, & unde oriantur.* 59
XXV. *Colorum materiam esse à qualitate sulphuris.* 60
XXVI. *Ordo colorum.* 61

XXVII.

XXVII. *Quomodo colores apparentes generentur.* 63
XXVIII. *Carteſii de coloribus opinio rejicitur, & priſmatum vitreorum ratio oſtenditur.* 65
XXIX. *Ejuſdem ratio coronarum circa lucernas improbatur; ac vera oſtenditur.* 70
XXX. *Stabilitur opticorum ſententia, cum dicunt corporum adparentium magnitudines eſſe angulo viſionis proportionales; & notantur errores Carteſii.* 73
XXXI. *De diametro Solis & Lunæ, & refractione ſiderum in horizonte.* 77
XXXII. *Novum refractionis genus, quod fingunt nonnulli, exploditur, & vera cometarum ratio explicatur.* 79

73-16
27 Jul
1 copy
t. 200

F659
V971d
2
CO